குளிரியல் காற்றுச் சீராக்கல்

(REFRIGERATION AND AIR-CONDITIONING)

சி. ஆறுமுகம்



தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

த. பா. நி. (க. வெ.) வரிசை எண்—519

குளிரியல் – காற்றுச் சீராக்கல்

ஆசிரியர்

சி. ஆறுமுகம், பி.ஈ., எம்.எஸ்சி.,
(பொறியியல்), ஏ.ஐ.எம்.ஈ.,
துணைப் பேராசிரியர்,
இயந்திரவியல் துறை,
அரசினர் தொழில்நுட்பக் கல்லூரி,
கோவை.



தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

First Edition—November, 1973

T.N.T.B.S. (C.P.) No. 519

Refrigeration and Air-Conditioning

S. ARUMUGHAM

Price Rs. 6-70

Published by the Tamil Nadu Text Book Society under the Centrally Sponsored Scheme of Production of books and literature in regional languages at the University level, of the Government of India in the Ministry of Education and Social Welfare (Department of Culture), New Delhi.

Printed by

VENKATESAN PRESS,
2/65, Broadway, Madras-1.

அணிந்துரை

திரு. இரா. நெடுஞ்செழியன்
(தமிழகக் கல்வி அமைச்சர்)

தமிழைக் கல்லூரிக் கல்வி மொழியாக ஆக்கிப் பதின்மூன்று ஆண்டுகள் ஆகிவிட்டன. குறிப்பிட்ட சில கல்லூரிகளில் பி.ஏ. வகுப்பு மாணவர்கள் தங்கள் பாடங்கள் அனைத்தையும் தமிழிலேயே கற்று வந்தனர். 1968ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்தில் புகுமுக வகுப்பிலும் (P.U.C.), 1969ஆம் ஆண்டிலிருந்து பட்டப் படிப்பு வகுப்புகளிலும் அறிவியல் பாடங்களையும் தமிழிலேயே கற்பிக்க ஏற்பாடு செய்துள்ளோம். தமிழிலேயே கற்பிப்போம் என முன்வந்துள்ள கல்லூரி ஆசிரியர்களின் ஊக்கம், பிற பல துறைகளிலும் தொண்டு செய்வோர் இதற்கெனத் தந்த உழைப்பு, தங்கள் சிறப்புத் துறைகளில் நூல்கள் எழுதித் தர முன்வந்த நூலாசிரியர்கள் தொண்டுணர்ச்சி இவற்றின் காரணமாக, இத் திட்டம் நம்மிடையே மகிழ்ச்சியும் மன நிறைவும் தரத்தக்க வகையில் நடைபெற்று வருகிறது. இவ் வகையில், கல்லூரிப் பேராசிரியர்கள் கலை, அறிவியல் பாடங்களை மாணவர்க்குத் தமிழிலேயே பயிற்றுவிப்பதற்குத் தேவையான பயிற்சியைப் பெறுவதற்கு மதுரைப் பல்கலைக்கழகம் ஆண்டுதோறும் எடுத்துவரும் பெருமுயற்சியைக் குறிப்பிட்டுச் சொல்லவேண்டும்.

பல துறைகளில் பணிபுரியும் பேராசிரியர்கள் எத்தனையோ நெருக்கடிகளுக்கிடையே குறுகிய காலத்தில் அரிய முறையில் நூல்கள் எழுதித் தந்துள்ளனர்.

வரலாறு, அரசியல், உளவியல், பொருளாதாரம், தத்துவம், புவியியல், புவியமைப்பியல், மனையியல், கணிதம், இயற்பியல், வேதியியல், உயிரியல், வானியல், புள்ளியியல், விலங்கியல், தாவரவியல், பொறியியல் ஆகிய எல்லாத் துறைகளிலும் தனி நூல்கள், மொழிபெயர்ப்பு நூல்கள் என்ற இருவகையிலும் தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம் வெளியிட்டு வருகிறது.

இவற்றுள் ஒன்றான 'குளிரியல்–காற்றுச் சீராக்கல்' என்ற இந் நூல் தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனத்தின் 519ஆவது வெளியீடாகும். கல்லூரித் தமிழ்க் குழுவின் சார்பில் வெளியான 35 நூல்களையும் சேர்த்து இதுவரை 554 நூல்கள் வெளிவந்துள்ளன. இந்நூல் மைய அரசு கல்வி, சமூக நல அமைச்சகத்தின் மாநில மொழியில் பல்கலைக் கழக நூல்கள் வெளியிடும் திட்டத்தின்கீழ் வெளியிடப்படுகிறது.

உழைப்பின் வாரா உறுதிகள் இல்லை; ஆதலின், உழைத்து வெற்றி காண்போம். தமிழைப் பயிலும் மாணவர்கள் உலக மாணவர்களிடையே சிறந்த இடம் பெறவேண்டும். அதுவே தமிழன்னையின் குறிக்கோளுமாகும். தமிழ்நாட்டுப் பல்கலைக் கழகங்களின் பல்வகை உதவிகளுக்கும் ஒத்துழைப்புக்கும் நம் மனம் கலந்த நன்றி உரியதாகுக.

இரா. நெடுஞ்செழியன்

நன்றியுரை

இந்நூலை எழுதும் பணியில் என்னை ஊக்குவித்த கல்லூரி முதல்வர் திரு. ஹெக்டே, பெரிதளவில் உதவிபுரிந்த பேராசிரியர் திரு. நல்ராஜ் ஜோசப், பேராசிரியர் திரு. ஆர். வி. சீனிவாசன் ஆகியோருக்கு என் நன்றி.

மேலும், புகைப்படங்கள் எடுத்து வெளியிட அனுமதி தந்த கீழ்க்கண்ட நிறுவனத்தார்க்கும் நன்றி சொல்லக் கடமைப்பட்டுள்ளேன் :

முதல்வர், அரசினர் பொறியியற் கல்லூரி கோவை-13 முதல்வர் (ஜி.சி.டி.).

மேலாளர், சென்ட்ரல் தியேட்டர், கோவை—'சென்ட்ரல்'.

உரிமையாளர், தெர்மெக் என்ஜினீயரிங் கம்பெனி, கோவை—'தெர்மெக்'.

உரிமையாளர், சிட்டி என்ஜினீயரிங் கம்பெனி, கோவை—'சிட்டி என்ஜினீயரிங்'.

உரிமையாளர், மெட்ரூஸ் ஸ்டுடியோ, கோவை-2 'மெட்ரூஸ் ஸ்டுடியோ'.

மேலாளர், அமெரிக்கன் ரிப்ரிஜிரேட்டர்ஸ் கம்பெனி, சென்னை-2 'ஆர்கோ'.

மேலும், பலவகைகளில் எனக்கு உதவி புரிந்த நண்பர்கள் யாவருக்கும் என் உளமார்ந்த நன்றி.

சி. ஆறுமுகம்.

பொருளடக்கம்

பக்கம்

முக்கியக் குறியீடுகள்

C : மாறிலி (Constant)

COP . செயற்கெழு

C_p : மாரு அழுத்த வெப்ப எண்

C_v : மாருப் பரும வெப்ப எண்

γ : காமா (Gamma)$=C_p/C_v$

E, U : அக ஆற்றல்

H : மொத்த வெப்பம்

J : வெப்பத்தின் பொறிமுறைச் சமம்

: 427 கிலோ கிராம் மீட்டர்/கிலோ. காலரி

L : உள்ளுறை வெப்பம்

N : குளிர் விளைவு

n ; இயக்க எண் (Index of the process)

P : அழுத்தம்–கிலோ/செ.மீ²

Q : வெப்பம்–கிலோ காலரி.

R : வாயுமாறிலி (Gas Constant)

RH : சார்ந்த ஈரநிலை (Relative Humidity)

t, T : வெப்பநிலை °C. அல்லது °K.

V : கன அளவு (Volume)

v : நிறையலகு பருமம் (Specific Volume)

W : வேலை

ρ : ரோ (Rho)—செறிவு

ϕ : ஃபை (Phi)—என்ட்ராபி

db : உலர்குமிழ் (Dry bulb)

wb : ஈரக்குமிழ் (Wet bulb)

தோற்றுவாய்

உணவுப் பற்றுக்குறைதான் வளரும் நாடுகளில் இன்று நாம் காணும் பிரச்சினைகளுள் மிகவும் முக்கியமானது. வேகமாகப் பெருகிக்கொண்டே போகும் மக்கள் தொகைக்கேற்றவாறு உணவுற்பத்திப் பெருகவில்லை. இந்த அடிப்படைப் பிரச்சினை தீராத வரையில் வளரும் நாடுகளின் முன்னேற்றம் பலவகைகளிலும் தடைப்பட்டு நிற்கும். இந்த உண்மையை உணர்ந்த அரசினரும், அறிவியல் வல்லுநரும் உணவுற்பத்தியைப் பெருக்குவதற்கேற்ற முயற்சிகளில் தீவிரமாக இப்போது ஈடுபடுகிறார்கள். அறிவியல் வல்லுநரின் ஆராய்ச்சிகள், புதிய பயிர்வகைகளின் கண்டுபிடிப்புக்குப் பெரிதும் துணைபுரிந்துள்ளன. அந்தப் புதிய பயிர்வகைகளின் உற்பத்தி முறைகளை மக்களிடையில் பரப்புவதற்கு அரசினர் செய்யும் முயற்சிகள் நம் நாட்டில் நல்ல பலனைத் தந்துள்ளன. அதனால் நம் நாட்டின் பயிர்த்தொழில் துறையில் இப்போது ஒரு புரட்சி—பசுமைப் புரட்சி நடைபெற்றுக் கொண்டிருக்கிறது. பசுமைப் புரட்சியின் பயனாக நாம் உணவுற்பத்தியில் நல்ல முன்னேற்றங் கண்டிருக்கிறோம். ஆனால், உற்பத்தியான உணவுப் பொருள்கள் சேதமாகாமல் தடுப்பதற்குரிய முயற்சிகள் போதுமான அளவில் இன்னும் நம் கவனத்தைக் கவரவில்லை. உற்பத்திப் பெருக்கம் எவ்வளவு முக்கியமானதோ அவ்வளவு முக்கியமானது உணவுப் பொருள்கள் சேதமுறாமல் காப்பதும் ஆகும். பெருக்கத்தைவிடக் காப்பு முக்கியமானது என்று சொன்னாலும் அது தவறாகாது.

நமது நாட்டின் பரப்பையும் அதனுடைய பல்வேறு பகுதிகளில் விளையும் உணவுப் பொருள்களையும் அவை பயன்படுகின்ற இடங்களையும், காலங்களையும் கருத்திற்கொண்டு, அவை உற்பத்தியாகும் இடங்களிலிருந்து இறுதியில் அவை துய்க்கப்

படும் இடங்கள் வரையில் உள்ள தூரம், சேமித்து வைக்கப் படும் காலம் ஆகியவற்றிற்கேற்றவாறு பொருள்களைக் கெடாமல் பாதுகாப்பதற்கு நாம் முயலவேண்டும். காய்கறிகளாயினும் தானியங்களாயினும் யாவரும் போதுமான அளவில், நியாய மான விலையில் பெறவேண்டும் என்ற அவசியத்தையும் பருவ மாற்றங்களையும் எண்ணிப்பார்த்தால் உணவுப் பாதுகாப்பு எத்துணை அவசியம் என்பது புலனாகும். நாட்டின் வறுமை நிலையைப் போக்கவும், பொருளாதார முன்னேற்றம் காணவும், அந்நிய உதவியின்றித் தற்சார்பும் தன்னிறைவும் பெறவும், உணவுற்பத்திப் பெருக்கம் மட்டுமன்றி அவை பயன்படும் வரை கெடாமல் பாதுகாத்து வைப்பதும் அவசியமாகும். விரைவில் அழுகிவிடும் உணவுப் பொருள்களைப் பாதுகாக்கப் பயன்படும் சிறந்த சாதனங்கள் குளிர்க் கிடங்குகளே (cold storages) யாகும். பொருள்களைக் குறிப்பிட்ட வெப்ப நிலையிலும், ஈர நிலையிலும் (Humidity) பதப்படுத்திச் சேமித்து வைத்தால் அவை நீண்ட நாள் கெடாதிருக்கும். வளிச் சூழல் நிலைகள் (Atmospheric conditions) எவ்வாறாயினும் கலன்களினுள் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்ப, ஈரநிலையிருத்தல் அவசியமாகும். இந் நிலையை உண்டாக்கக் குளிர் சாதனப் பொறிகள் (Refrigerating machines) துணை செய்கின்றன.

இப் பொறிகள் மனித வாழ்க்கைக்கு இப்போது ஓரளவு இன்றியமையாதவை யாகிவிட்டன என்றே கூறலாம். மனிதன் பிறப்பு முதல் இறந்த பின்னரும் ஒவ்வொரு நிலையிலும் இவை பயன்படுவதைக் காணலாம். மகப்பேறு மனைகளில் வளர்நிலைக் காப்புச் சாதனங்கள் (Incubators), வாழ்க்கையில் வசதியும், இன்பமும் பெறுவதற்கு உதவும் காற்றுச் சீராக்கிகள் (Air-conditioners), பண்டங்கள் கெடாமல் பாதுகாக்கும் குளிர் சாதனப் பெட்டிகள் (Refrigerators), இறந்தபின் சடலத்தைப் (குறுகிய காலமாயினும்) பாதுகாக்கும் குளிர் (பிணக்) கிடங்கு கள் முதலியவற்றை இப்போது வெறும் சுகபோகப் பொருள் கள் என்று செல்லிவிட முடியாது.

மேற்கூறிய வழிகளில் மட்டுமன்றி வாழ்வின் வேறு பல துறைகளிலும் இவை பயன்படுகின்றன. தொழில் துறையில் உற்பத்திப் பெருக, உற்பத்தியாகும் பொருள்களின் தரம் மேம்பட, வாணிகம் சிறப்பாக நடைபெற இச் சாதனங்கள் தேவைப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, பருத்தி நூற்பு, நெசவாலைகளில் இழையின் தரம் சீராக அமையவேண்டுமானால் காற்றின் ஈரநிலை குறிப்பிட்ட அளவில் அமைவது அவசியம்.

அவ்வாறு குறிப்பிட்ட நிலையில் காற்றைச் சீராக்குவதற்குக் குளிர் சாதனங்களும், காற்றுச் சீராக்கிகளும் தேவை. மேலும், வசதியான சூழ்நிலையில்—தகுந்த தட்ப வெப்ப நிலையில்—தொழிலாளர் பணிபுரிய ஏற்பாடு செய்யப்படுமானால் அவர்களின் திறன் அதிகமாகி, அதனால் உற்பத்தி பெருகவும் வாய்ப்பு ஏற்படுகிறது. உற்பத்தியாகும் பொருள்களை மக்களின் கண்ணைக் கவரும் வண்ணம் வைத்து, அவர்கள் அவற்றை வாங்க ஆவலுடன் வருமாறு செய்யச் சீராக்கப்பட்ட காட்சியறைகள் (Air-conditioned show rooms) பயன்படுகின்றன.

இதுமட்டுமன்றி ஏனைய சில பொறிகள் சரியாக இயங்குவதற்கும் இச் சாதனங்கள் துணை புரிகின்றன. தொலைபேசித் தொடர்பகங்களில் (Telephone Exchanges) உள்ள நுண்கருவிகள் சரியாக இயங்க—தவறான எண்களின் இணைப்பு ஏற்படாமலிருக்க சீரான வெப்பநிலை அவசியமாகும். வேதியியற்றுறையிலும், பொருள்களைப் பதப்படுத்தும் தொழிலிலும் இவை பயன்படுகின்றன. மருத்துவமனையில் இரத்தம் சேமித்து வைக்கவும், முக்கியமான மருந்துகள் கெடாமல் வைக்கவும், நோயாளிகள் துன்பத்தைக் குறைக்கவும் இச் சாதனங்கள் பயன்படுகின்றன.

நாட்டின் பாதுகாப்பில், எதிரிப்படைகளின்—முக்கியமாக விமானங்களின் நடமாட்டத்தை அறிய உதவும் கருவிகள் சரியாக இயங்கவும் இவை துணை செய்கின்றன.

இவ்வாறு பல வேறு துறைகளில் பயன்படும் இச் சாதனங்களை உற்பத்தி செய்யும் துறை இன்று விரைவாக வளர்ந்து வருகின்றது. வளர்கின்ற ஒரு துறை வேலை வாய்ப்புப் பெருக்கத்துக்குமட்டுமன்றி மக்களின் வாழ்க்கைத் தரத்தை உயர்த்தவும் பயன்படும். அரசு மேற்கொண்டுள்ள கொள்கை—விஞ்ஞான அடிப்படையில் சோஷலிசத்தை அடையும் முயற்சி இச் சாதனங்களைப் பயன்படுத்துவதன் மூலம் வெற்றியடையும்.

ஆகவே, இச் சாதனங்களின் பல்வேறு வகைகள், அவை இயங்கும் விதம் ஆகியவைபற்றி அறிதல் நல்ல பலனளிக்கும். பின்வரும் பிரிவுகளில் இச் சாதனங்களினுடைய இயக்கத்தின் அடிப்படையான வெப்ப இயக்க இயல், வெவ்வேறு வகையான சாதனங்கள் இயங்கும் சுழல் வகைகள், வீட்டுக் குளிர் சாதனங்கள், வாணிகச் சாதனங்கள், காற்றுச் சீராக்கிகள், அவற்றின் இயக்கத் தன்மையை அறிய உதவும் ஈரநிலையியல் (Psychrometry), சாதனங்களின் பல்வேறு பயன்கள் ஆகியவை விரிவாகக் கூறப்பட்டுள்ளன.

1. வெப்ப இயக்கவியல்

(Thermodynamics)

குளிரவைக்கும் முறை வெப்ப இயக்கவியல் அல்லது வெப்ப ஆற்றலிய (Thermodynamics)லின் ஒரு பிரிவேயாகும். ஆற்றலை (Energy) நேரிடையாக அளவிட முடியாது எனினும், அஃது ஓர் ஊடகத்தில் (Medium) சேர்த்து வைக்கப்படும்போது அவ் வூடகத்தின் தன்மைகளை அறிவதன் மூலம் சேர்த்து வைக்கப் படும் அல்லது ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்கு மாற்றப் படும் ஆற்றலின் அளவை அறிய இயலும். பொறி முறைக் குளிரவைத்தலில் (Mechanical refrigeration) இவ் வூடகம் குளிரூட்டி (Refrigerant) எனப்படும். ஆகவே, குளிரூட்டிகளின் அளவிடக்கூடிய பௌதிகத்தன்மை (Physical properties)களைப் பற்றியும், அவற்றிடையே உள்ள தொடர்பு பற்றியும் அறிவது அவசியமாகும். இவற்றிலிருந்து ஆற்றலின் அளவையும் அது சுற்றுப்புறம் இவற்றிடையே மாற்றப்படும் அளவையும் அறிய இயலும்.

அழுத்தம் (Pressure) குளிரூட்டியின் அளவிடற்குரிய தன்மைகளில் அதன் அழுத்தம் மிக முக்கியமானதாகும். அதை அளவிடும் முறை சுலபமானது. நேரிடையாக அளவிடும் போது வளியழுத்தத்(Atmospheric pressure)திற்கு மேலாக உள்ள அழுத்தமே அளக்கப்படும். ஆகவே, தனியழுத்தம் அளவியழுத்தத்தோடு (Gauge Pressure) வளியழுத்தத்தைக் கூட்டி வந்த அளவாகும். இஃது அளவிடப்படும் அலகு கிலோ கிராம்/செ.மீ^{2} (kg/cm^2).

இதைத் தவிர செறிவு(Density), அல்லது நிறையலகு பருமம் (Specific Volume), வெப்பநிலை (Temperature) ஆகிய தன்மை களும் தேவைப்படும். அழுத்தம் (P) செறிவு (ρ) வெப்பநிலை

(T) ஆகிய மூன்றும் குளிரூட்டியின் நிலைத் தன்மைகள் (Static Properties) எனப்படும்.

இனி வெப்ப ஆற்றல் (Thermodynamic Properties) தன்மைகளாவன :

அக ஆற்றல் (Internal energy)—U—இயங்கும் ஊடகத்தின் மூலக் கூறுகளின் (Molecules) நிலை (Arrangement), செயல் (activity) ஆகியவற்றைப் பொறுத்ததாகும் ; அவைகளின் இயக்க ஆற்றல் (Kinetic Energy), உள்ளார்ந்த ஆற்றல் (Potential Energy) ஆகியவற்றின் மொத்த அளவாகும். அக இயக்க ஆற்றல் ஊடகத்தின் வெப்பநிலையைப் பொறுத்து மாறுவதால் உணர் வெப்பம் (Sensible heat) எனவும்படும். அகநிலையாற்றல் வெப்பநிலையைப் பொறுத்து அல்லாமல் பொருளின் (வாயு, நீர்ம, திட) நிலைகளுக்கு ஏற்றவாறுமாறுவது, உள்ளுறை வெப்பம் (Latent heat) எனப்படும். ஆகவே, ஒரு பொருளின் அக ஆற்றல் உணர் வெப்பம், உள்ளுறை வெப்பம் ஆகியவற்றின் கூட்டளவிற்குச் சமமாகும். பெயர்ச்சி ஆற்றல் அல்லது பாயும் வேலை (Displacement Energy or Flow Work): ஓர் அலகு எடையுள்ள பாய்மம் (Fluid) ஓரிடத்திலிருந்து இன்னோர் இடத்திற்கு, சம அழுத்தத்தில் செலுத்தப்படும்போது பயன்படும் ஆற்றலின் அளவு பெயர்ச்சி ஆற்றல் எனப்படும். இதன் அளவு Pv ஆகும். (P-அழுத்தம், v நிறையலகு பருமம் (Specific Volume).

மொத்த வெப்பம்—H—இஃது அக ஆற்றல், பெயர்ச்சி ஆற்றல் ஆகியவற்றின் கூட்டிற்குச் சமமாகும்.

$$H = U + \frac{Pv}{J}$$

(J—வெப்பத்தின் பொறிமுறைச் சமம்—Mechanical Equivalent of heat)

குளிரூட்டிகள் பொதுவாக ஆவி நிலையில் செயல்படுவதால் முழுநிறை வாயு (Perfect gas)வின் விதிக்குடன்படா. ஆகவே, அக ஆற்றலுக்குப் பதில் (U) மொத்த வெப்பமே (H) அவற்றின் மாற்றங்களைக் கணிக்கப் பயன்படும். குளிரூட்டியின் தன்மைகள் அழுத்தம்-மொத்த வெப்பம் (Pressure Enthalpy) வரைபடங்களிலும், அட்டவணைகளிலும் தரப்பட்டுள்ளன.

என்ட்ராபி (Entropy): ϕ-மொத்த வெப்பம் போல் இதுவும் ஒரு பொருளின்தன்மைகளின் கணிதச் சார்பேயாகும் (Mathematical Function). அதன் தனி அளவு (Absolute Value)

தேவையில்லையெனினும் அதன் அளவு மாற்றம் மிகவும் பயன் படும். அதன் மாற்றம்

$$_1d\phi_2 = \int_1^2 \frac{dQ}{T}$$ இதில் Q வெப்பத்தையும் dQ வெப்ப மாற்றத்தையும் குறிக்கும். குளிருட்டிகளின் வெப்பநிலை–என்ட்ராபி (Temperature—Entropy or T) வரைபடங்கள் அதிக அளவில் சாதனங்களின் செயல் முறைகளைப் பகுப்பதில் பயன்படுகின்றன. இவற்றைத் தவிர மாறு அழுத்த வெப்ப எண் (Cp)—Specific heat at constant pressure), மாறுப் பருமவெப்ப எண் (Cv)—Specific heat at constant volume) ஆகியவற்றின் விகிதம் Cp/Cv—γ(Gamma),

வெப்பக்கடத்தி எண்—K—Coefficient of Thermal conductivity ஆகியவையும் பயன்படும்.

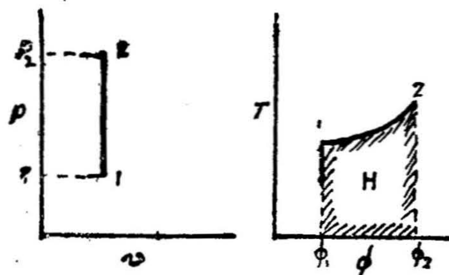
குளிரவைக்கும் துறையில் சாதனங்களின் ஆற்றலளவை (Capacity)க் குறிக்கப் பயன்படும் அலகு ஒரு 'டன்' குளிர் விளைவாகும். இது நிமிடத்திற்கு 50 கிலோ கேலரி (Kilo calories) அளவில் வெப்பம் வெளியேறுவதைக் குறிக்கும். குதிரைச் சத்தியிலும், கிலோ வாட் (Kilo watts)களிலும் குறிக்கப்படலாம்.

குளிர் சாதனங்கள் இயங்கும் சுழல்கள் வெப்ப இயக்கங்களின் சேர்க்கையே ஆகும். ஆகவே, சுழல்களின் இயக்கம், திறன் முதலியவற்றைஆராயவும் ஒன்றொடொன்றை ஒப்பிடவும் முதலில் வெப்ப இயக்கங்களைப்பற்றி (Thermodynamic Processes) அறிதல் அவசியம். இச் செயல்கள் அழுத்தம்–பருமம் (Pressure—Volume) வரை படங்களிலும் வெப்பநிலை–என்ட்ராபி (Temperature—Entropy) வரை படங்களிலும் குறிக்கப்படும்.

ஒரு கிலோ கிராம் முழுநிறை வாயுவை (Perfect Gas)க் கொண்டு இயக்கங்கள் ஆராயப்படும். இவற்றில் அழுத்தம் 'P', பருமம் 'V', வெப்ப நிலை 'T', என்ட்ராபி 'ϕ', மாறிலி (Constant) 'C', மாற்ற எண் (Index) 'n' எனவும் குறிக்கப்படும். மேலும், ஆரம்பநிலை எண் '1' ஆலும், இறுதிநிலை எண் '2' ஆலும் குறிக்கப்படும்.

இயக்கம் $Pv^n = C$ என்ற விதிப்படி நிகழ்வதாகவும், பாயாத இயக்க (Non-Flow Process) மாகவும் கொள்ளப்படும். முழு நிறை வாயுவின் நிலைச் சமன்பாடு (Equation of State) $PV = RT$ என்பதாகும்.

மாறுப் பரும இயக்கம் (Constant Volume or Isometric Process)



படம் 1

$$V_1 = V_2 \qquad n = \infty$$

வெப்ப மாற்றம் (Heat Transfer) $= H = Cv\,(T_2 - T_1)$

வேலை (Work done) : $W = 0$

ஆக ஆற்றல் மாற்றம் (Change in Internal Energy)

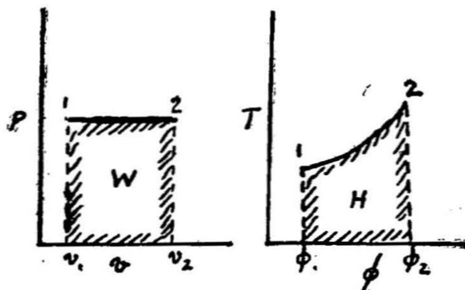
$$\triangle E = Cv\,(T_2 - T_1)$$

என்ட்ராபி மாற்றம் $\phi_2 - \phi_1 = \int_1^2 d\,\phi = \int_1^2 \frac{dH}{T}$

$$= \int_1^2 Cv\,\frac{dT}{T}$$

$$= Cv \log_e \frac{T_2}{T_1}$$

மாறு அழுத்த இயக்கம் (Constant Pressure or Isobaric Process.)



படம் 2

$$P_1 = P_2 ; n = 0$$

$$W = P_1 (V_2 - V_1)$$

$$\triangle E = Cv (T_2 - V_1)$$

$$H = W + \triangle E = Cp (T_2 - T_1)$$

$$\therefore H = Cp (T_2 - T_1)$$

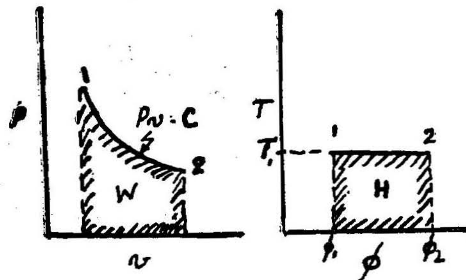
$$= P_1 (V_2 - V_1) + Cv (T_2 - T_1)$$

$$= \frac{R}{J} (T_2 - T_1) + Cv (T_2 - T_1)$$

$$\therefore Cp - Cv = \frac{R}{J}$$

$$\phi_2 - \phi_1 = Cp \log_e \frac{T_2}{T_1}$$

மாறு வெப்பநிலை இயக்கம் (Constant Temperature or Isothermal Process.)



படம் 3

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 . \; n = 1$$

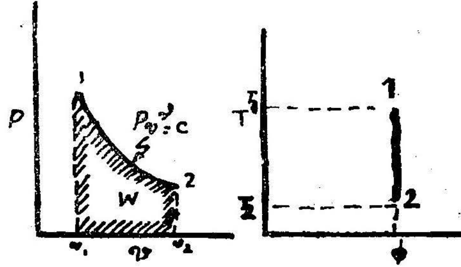
$$W = \int_1^2 P dv = RT \int_1^2 \frac{}{v} = RT \left[\text{Log}_e \frac{V_2}{V_1} \right]$$

$$\triangle E = 0.$$

$$\therefore H = RT \log_e \left(\frac{V_2}{V_1}\right) = Pv \log_e \frac{T_2}{V_1}$$

மற்றும், $\phi_2 - \phi_1 = \frac{R}{J} \log_e \frac{V_2}{V_1}$

வெப்ப மாற்றீடற்ற அல்லது மாறு என்ட்ராபி இயக்கம் (Reversible adiabatic or Isentropic Process)



படம் 4

$$P_1 V_1^{\gamma} = P_2 V_2^{\gamma}; \quad n = \gamma \quad \gamma = Cp/Cv$$

$$W = \int_1^2 Pdv = c \int_1^2 \frac{dv}{v^n} = c \left[\frac{V_2^{-n+1} - V_1^{-n+1}}{1-n}\right]$$

$$= \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{1-n} = \frac{P_1 V_1 - P_2 V_2}{n-1}$$

$$\triangle E = Cv\,(T_2 - T_1)$$

$$H = W + \triangle E = \frac{P_1 V_1 - P_2 V_2}{J\,(n-1)} + Cv\,(T_2 - T_1) = 0$$

$$\therefore \frac{R}{J} \frac{(T_1 - T_2)}{n-1} + Cv\,(T_2 - T_1) = 0$$

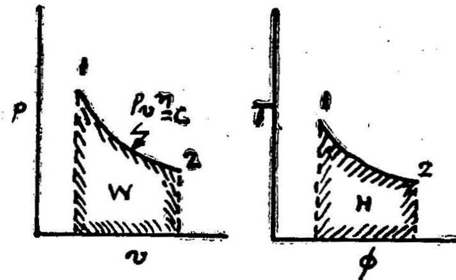
ஆனல் $\frac{R}{J} = Cp - Cv. \quad \therefore \frac{Cp - Cv}{n-1} - Cv = 0$

$$Cp - Cv - n\,Cv + Cv = 0$$

$$\therefore \quad n = Cp/Cv = \gamma$$

இதில், $\phi_2 - \phi_1 = 0.$

பாலிட்ராபிக் இயக்கம் (Polytropic Process.)



படம் 5

$$P_1 V_1^n = P_2 V_2^n$$

$$W = \frac{P_1 V_1 - P_2 V_2}{n-1}$$

$$\Delta E = Cv\,(T_2 - T_1)$$

$$H = W + \Delta E = \frac{P_1 V_1 - P_2 V_2}{J\,(n-1)} + Cv\,(T_2 - T_1)$$

$$= \frac{R}{J}\frac{(T_1 - T_2)}{n-1} + Cv\,(T_2 - T_1)$$

$$= Cp - Cv)\ \frac{(T_2 - T_1)}{1-n} + Cv\,(T_2 - T_1)$$

$$= \frac{(T_2 - T_1)}{n-1}\,(Cp - Cv + Cv - n\,Cv)$$

$$= \frac{T_2 - T_1}{1-n}\,(Cp - n\,Cv)$$

$$= \frac{T_2 - T_1}{1-n}.\ Cv\left(\frac{Cp}{E_v} - n\right)$$

$$= Cv\ (T_2 - T_1)\left(\frac{\gamma - n}{1-n}\right)$$

$$= \left(\frac{n-\gamma}{n-1}\right) Cv\,(T_2 - T_1$$

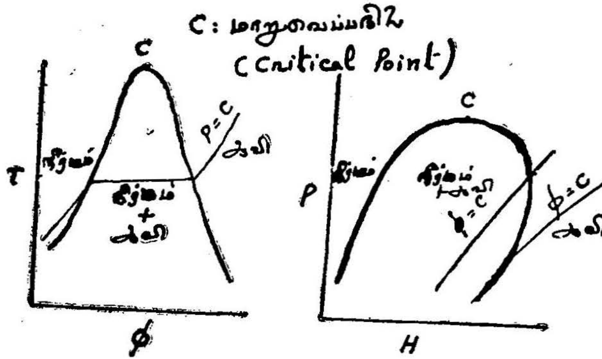
$$d\,H = \left(\frac{u - \gamma}{n - 1}\right) Cv\ dT.$$

$$\phi_2-\phi_1=\int_1^2 d\,\phi=\int_1^2 \frac{dH}{T}=\frac{n-\gamma}{n-1}Cv\int_1^2\frac{d\,T}{T}$$

$$=\left(\frac{n-\gamma}{n-1}\right)Cv\,\log_e\frac{T_2}{T_1}$$

மேற்கூறப்பட்ட இயக்கங்கள் யாவும் இலட்சிய வாயு அல்லது அதைப்போன்ற வாயுக்களின் தன்மையை அறியப் பயன்படுவன. காற்றைப் பயன்படுத்தும் குளிர் சாதனங்களைப் பற்றி அறிய இவை உதவியாய் இருக்கும்.

இது தவிர, நடை முறையில் மிக அவசியமான சாதனங்கள் ஆவி, நீர்ம நிலைகளுக்கிடையே மாறி மாறி இயங்கும் குளிரூட்டிகளைக் கொண்டனவாகும். முன்பின் இயங்கும் (Reciprocating), மைய விலக்கு (Centrifugal), நீராவிப் பீற்று (Steam jet), உறிஞ்சு சாதனங்கள் (absorption Systems) எனப் பலவகைப்படும் பொறிகளும் மேற்கூறப்பட்டவாறு இரு நிலைகளில் இயங்கும் ஊடகங்களைப் பயன்படுத்துவன ஆகும். இச் சாதனங்களின் செயல் முறையை ஆராய, குளிரூட்டியின் தன்மைகள் பற்றி அறிதல் அவசியம். அழுத்த, வெப்பநிலை மாறு



படம் 6

பாடுகளைக் குறிக்கும் உரிய வரைபடங்கள் பயனுள்ளவையாய் இருக்கும். குளிரூட்டியின் தன்மைகளைக் குறிக்கும் அழுத்தம்—மொத்த வெப்பம் (Pressure-Enthalpy) வரைபடங்களும் வெப்ப நிலை—என்ட்ராபி (Temperature-Entropy) வரைபடங்களும் (படம் 6) சுழலில் (Cycle) ஏற்படும் மாற்றங்களைக் குறிக்கவும், பலவகைப்பட்ட இயக்கங்களுக்கு முன்னும் பின்னும் குளிரூட்டியின்

நிலைகளைக் குறிக்கவும், சுழல் இயங்கும் விதத்தை ஆராயவும் மிகவும் உதவியாய் இருக்கும். இவைகளைப் பற்றிப் பின்வரும் பிரிவுகளில் (Chapters) விவரமாய்க் கூறப்படும்.

இதுவரை கூறப்பட்ட இயக்கங்கள் ஊடகம் பாயாத இயக்கங்களாகும் (Non – Flow Process). இவை முன்பின்னியங்கும் (Reciprocating) இறுக்கிகளில் ஏற்படும் மாற்றங்களை அறிய உதவும். இறுக்கியின் உருளையினுள் அடைபட்ட ஊடகம் இறுக்கம் முடியும் வரை அதனுள்ளேயே இருப்பதால் பாயாத இயக்கங்கள் எனப்படும். ஆனால், சுழற்பொறிகளில் (Rotary Machines) மாற்றங்கள் நிகழும்போது ஊடகமும் பொறியின் வெவ்வேறு பாகங்கள் வழியாகப் பாய்வதால் பாயும் இயக்கங்களாக (Flow Process)க் கொண்டு அதற்கான சூத்திரங்களை (Formulae) உபயோகிக்க வேண்டும். வெவ்வேறு இயக்கங்களும் அவற்றின் வேலையளவும் (பாயும் இயக்கத்தில்) கீழ்க் கண்டவாறு அமையும்.

இயக்கம்	வேலை
சம பருமம்	$V(p_2 - p_1)$
சம அழுத்தம்	0
சம வெப்பம்	$Pv \log_e \frac{p_2}{p_1}$
சமஎன்ட்ராபிக்	$\frac{\gamma}{\gamma - 1}(p_1 v_1 - p_2 v_2)$
பாட்லிட்ராபி	$\frac{n}{n-1}\left(p_1 v_1 - p_2 v_2\right)$

ஆகவே, குளிர் சாதனங்களில் உள்ள பொறிகளுக்கேற்றவாறு உரிய இயக்கங்களைத் தேர்ந்தெடுத்து அவற்றை P–V, T–ϕ அல்லது P— Hபோன்ற வரை படங்களில் குறித்துச் சுழல் இயங்குவதை ஆராய மேற்கூறப்பட்ட இயக்கங்களும், சமன்பாடுகளும் பயன்படும். இனி, இச் சாதனங்கள் செயற்படும் பலதரப்பட்ட சூழல்கள் பற்றிக் கூறப்படும்.

2. குளிரூட்டலின் பல முறைகள்

(Methods of Refrigeration)

குளிர்ப்படுத்தல் அல்லது குளிரூட்டல் (Refrigeration) என்பது ஓர் இடத்தை அல்லது பொருளை அதன் சுற்றுப்புறங்களின் வெப்பநிலையினும் (Temperature) குறைவான நிலையில் வைப்பதேயாகும். வெப்பமானது அதிக வெப்பநிலையிலுள்ள ஓரிடத்திலிருந்து குறைவான நிலையிலுள்ள மற்ருேர் இடத்திற்குத் தாஞகவே செல்லுமாதலால் குளிர்விக்கப்பட்ட ஒரு பொருளுக்கு அதன் சுற்றுப் புறத்திலிருந்து வெப்பம் வந்து சேருவது இயற்கை. ஆகவே, அப் பொருளைக் குறைவான வெப்பநிலையில் வைத்திருக்கவேண்டுமாஞல் அப் பொருளிலிருந்து தொடர்ந்து வெப்பத்தை அகற்றுவது அவசியம். குளிர் சாதனங்களில் இவ்வாறு வெப்பம் குறைந்த நிலையிலுள்ள இடத்திலிருந்து அதிக வெப்பநிலையிலுள்ள சுற்றுப்புறங்களுக்கு அகற்றப்படுகிறது. வெப்ப இயக்கவியல் (Thermodynamics) இரண்டாவது விதிப்படி இச் செயல் தாஞக இயங்க முடியாது. புறச் சக்தி (External Work) உதவி கொண்டே இது செயல்பட முடிகின்றது.

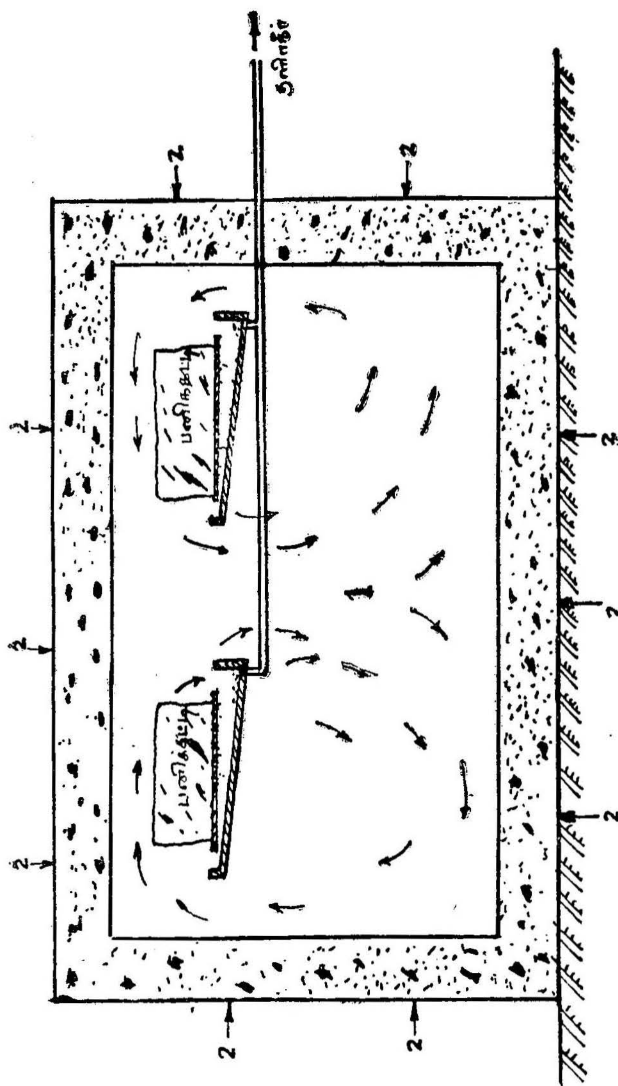
குளிரூட்டலின் முறைகள் வருமாறு:

1. பனிக்கட்டியின் (Ice) உதவிகொண்டு
2. இயந்திர முறை
   - (அ) பெல்-கோல்மன் சுழல் (Bell–Ccleman Cycle)
   - (ஆ) ஆவி இறுக்கச் சுழல் (Vapour Compression Cycle)
   - (இ) ஆவி உறிஞ்சு சுழல் (Vapour Absorption Cycle)
   - (ஈ) நீராவி பீற்றுக் குளிரியல் (Steam–Jet Refrigeration)
3. வெப்ப மின் குளிரியல் (Thermo Electric Refrigeration)

இயற்கை முறைக் குளிரூட்டல்: நம் நாட்டின் சில பகுதிகளில்—இமயமலை போன்ற இடங்களில் இயற்கையாகவே பனி படர்ந்துள்ளது. இப் பனி போதுமான அளவு கிடைக்குமானால், சிக்கனமாக மற்றோர் இடத்திற்குக் கொண்டு செல்ல வாய்ப்பிருந்தால் இயற்கை முறைக் குளிரூட்டல்(Natural Refrigeration) சாத்தியமானதாகும். அவ்வாறு கிடைக்கக் கூடிய பனிக்கட்டிகள் குளிர்விக்கப்பட வேண்டிய இடத்தில் அடுக்கி வைக்கப்படும். இப் பனி சுற்றுப்புறத்திலுள்ள வெப்பத்தைக் கவர்ந்து உருகும். வெப்பநிலை அதிகமான இடத்திலிருந்து குறைவான இடம் நோக்கி வெப்பம் தானாகவே பரவுகின்ற காரணத்தால் சுற்றுப்புறம் அதிக வெப்பநிலையிலிருந்தால் பனி தானாகவே உருகும். ஆகவே, பனி உருகும் போது சுற்றுப்புறம் குளிரும்: அவ்வாறு கவரப்பட்ட வெப்பம் (பனி உருகியதாலாகிய) நீருடன் வெளியேற்றப்படும். வேண்டிய அளவு பனிக் கட்டிகள் இருந்தால் ஓர் அறையின் வெப்பத்தை இம் முறையில் (நீருடன்) வெளியேற்றி அதன் வெப்பநிலையைக் குறைக்க இயலும். இம் முறையைச் செயலாக்கும் விதத்தை 7ஆம் படத்தில் காணலாம். சுற்றுப்புறத்திலிருந்து வெப்பம் (குளிர்விக்கப்பட்டுள்ள) அறைக்குள் பாய்வதைத் தவிர்க்க, சரியான முறையில் காப்பிடப்பட (Insulated) வேண்டும். ஒவ்வொரு கிலோ கிராம் (Kilogram) பனிக்கட்டியும் அதன் உள்ளுறை வெப்ப (Latent heat)த்திற்குச் சரியான (ஏறக்குறைய) அளவில் வெப்பத்தைக் கவர, வெளியேற்ற இயலும்.

இம்முறையைச் செயல்படுத்த மிகுந்த அளவு பனி, குறைந்த செலவில் கிடைக்க வேண்டும். எனவே, இது எல்லா இடங்களிலும் இயலாத முறையாகும். ஆகவே, இயந்திர முறை (Mechanical) அல்லது செயற்கை முறைக் (Artificial) குளிர்விக்கும் முறைபற்றிப் பார்ப்போம். இம் முறையில் காற்றுச் சுழல் (Air cycle), ஆவிச் சுழல் (Vapour cycle) என இரு முக்கியப் பிரிவுகள் உள்ளன.

இவ்விரு முறைகளுக்கும் அடிப்படையான சுழல் கார்னோ சுழலாகும். 8-அ, ஆ, படங்களில் திருப்புக் கார்னோ சுற்று (Reverse Carnot cycle)க் குறிக்கப் பட்டுள்ளது.



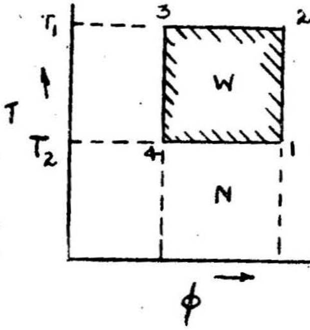
படம் 7

இயற்கைக் குளிரூட்டல்

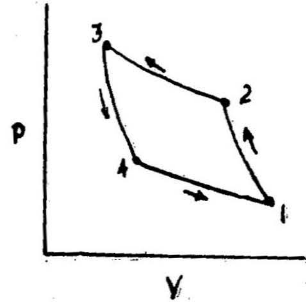
1. நன்கு காப்பிடப்பட்ட அறை 2. வெளி வெப்பம்

2–3, 4–1—மாரு வெப்ப நிலைச் செய்கைகள்.
(Isothermal Processes)

1–2, 3–4—மாரு என்ட்ராபிச் செய்கைகள் (Isentropic Processes)



அ



ஆ

படம் 8
கார்னே சுழல்
அ. T— φ—வரைபடம் N: குளிர் விளைவு
ஆ. P—V—வரைபடம் W: வேலை

புள்ளி 1-ல் இருந்து 2 வரை வெப்பம் (Q_2) சம வெப்ப நிலையில் குளிரூட்டியினுள் செல்கிறது. 2 லிருந்து 3 வரை குளிரூட்டி அழுத்தப்படுகிறது. 3-ல் இருந்து 4 வரை குளிரூட்டியினின்று வெப்பம் (Q_1), வெப்ப நிலை மாருமல் நீக்கப்படுகிறது. 4-ல் இருந்து 1 வரை குளிரூட்டி விரிவாகப்படுகிறது. இச் சுழலில் நிகழ்த்தப்பட்ட நிகர வேலை (Net Work) 1,2,3, 4-க்குள் அடைபட்ட பரப்பளவிற்குச் சமமாகும். சுழலின் தேறிய வேலை Q_1 Q_2 ஆகியவற்றின் வேறுபாட்டிற்குச் சமம்.

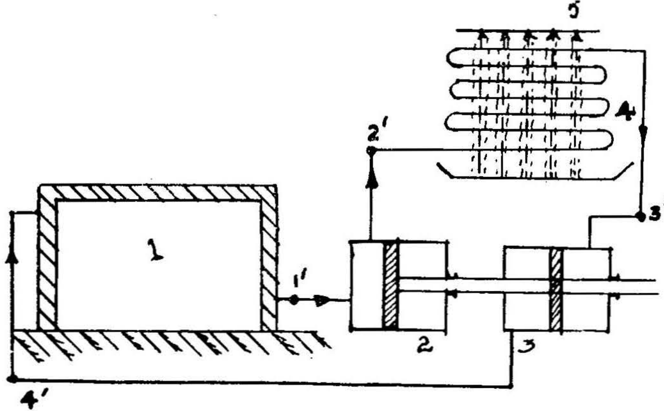
$$W = Q_2 - Q_1$$

சுழலின் குளிர்விளைவு (Refrigerating Effect) Q_2க்குச் சமம். எனவே, சுழலின் செயற்கெழு (Coefficient of Performance)

$$COP = \frac{N}{W} = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2} = \frac{T_2\, d\phi}{(T_1 - T_2)\, d\phi} = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$$

காற்றுக் குளிர் சுழல் (Air Refrigeration Cycle) பெல் கோல்மன் சுழல் (Bell Coleman Cycle) எனவும் அறியப்படும். செயல் பொருளாக (Working Medium)க் காற்றுப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. காற்று அதிக அழுத்த (Pressure)த்திலிருந்து

குறைந்த அழுத்தத்திற்கு விரிவாக்கப் (Expanded) படுமானல் அதன் வெப்ப நிலையும் குறையும். ஆகவே, அதிக அழுத்தமும், அறையின் வெப்ப நிலையும் (Room Temperature) கொண்ட காற்றை வெளி அழுத்தத்திற்கு (Atmospheric Pressure) விரிவுபடுத்தினல் வெளி அழுத்தத்தில் குறைவான வெப்ப நிலையுள்ள காற்றுக் கிடைக்கும். இக் காற்றை அறையினுள் சுற்றச் (Circulate) செய்தால், அறை குளிர்விக்கப்படும். ஆனல், இதற்கு அதிக அழுத்தத்திலும், அறையின் வெப்ப நிலையிலும் உள்ள காற்றுத் தேவைப்படும். அறையிலுள்ள காற்றையே எடுத்து இறுக்கி (Compress), அவ்வாறு இறுக்கியதால் அதிகமான வெப்பநிலையைக் குறைத்துப் பின் விரிவு படுத்த வேண்டும். பெல் கோல்மன் சுழல் கீழ்க் கண்டவாறு செயல்படுகிறது.



படம் 9

1. குளிர் அறை, 2. இறுக்கி, 3. விரிவாக்கி,
4. சுருக்கி, 5. குளிர்நீர்த்திவலை.

வெளி அழுத்தத்திலுள்ள அறைக்காற்று, ஓர் இறுக்கியில் இறுக்கப்படுகிறது. குழாய் நீரை உபயோகிக்கும் சுருக்கியில் (Condenser)குளிர்விக்கப்படுகிறது. பின்வெளி அழுத்தத்திற்கு விரிவாக்கப்பட்டு அறையில் மீண்டும் சுற்றி அனுப்பப்படுகிறது. அதற்கான பொறியின் வெவ்வேறு பாகங்கள் (Elements) வருமாறு:

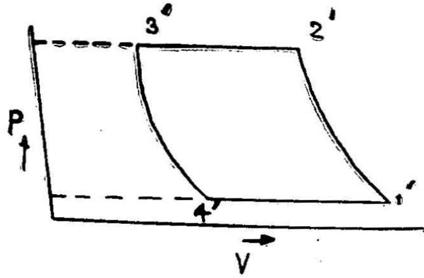
1. அறைக் காற்றை உள்ளிழுத்து அதிக அழுத்தத்திற்கு இறுக்கும் இறுக்கி (Compressor).

2. அதிக அழுத்தக் காற்றைக் குளிர்விக்கும் சுருக்கி (Condenser).

3. காற்றை விரிவுபடுத்தும் காற்றுப் பொறி (Air-Motor).

காற்றுப் பொறியினின்று வரும் குளிர் காற்று மீண்டும் அறைக்குள் செலுத்தப்படும்.

இறுக்கி இயங்கத் தேவையான ஆற்றலுக்கும், காற்றுப் பொறியில் பெறக்கூடிய ஆற்றலுக்கும் உள்ள வேறுபாடு வெளிச் சக்தி (External Work) மூலம் அளிக்கப்படும். இது சுழலின் நிகர வேலை (Net work of the cycle) எனப்படும்.



படம் 10

P—V—வரைபடம்; பெல் கோல்மன் சுழல் (Bell Coleman Cycle)

பெல் கோல்மன் சுழலில் காற்றிற்கு அதன் அழுத்தம்-கன அளவுகளில் ஏற்படும் மாற்றங்களை விளக்குகிறது. எண் 1', அறையின் காற்று நிலையைக் (Room Air Condition) குறிக்கும்.

அழுத்தம்—P_1', கனம்—V_1', வெப்பநிலை—T_1',

எண்: 2' இறுக்கத்திற்குப் பின் P_2', V_2' T_2'

எண்: 3' குளிர்விக்கப்பட்ட பின் P_3' V_3 T_3'

எண்: 4' விரிவாக்கப்பட்ட பின் P_4', V_4' T_4'

CP: மாறு அழுத்த வெப்ப எண்-குளிர்காற்று அறையிலிருந்து கவரும் வெப்பத்தின் அளவு$=Cp\ (T_1—T_4)$ சுருக்கியில் நீக்கப்பட்ட வெப்ப அளவு. $Cp\ (T_2—T_3)$

ஓர் இலட்சியச் சுழலில் (ideal cycle) இறுக்கமும், விரிவு படுத்தலும், வெப்பமாற்றீடற்ற (Adiabatic Process) செயல் முறையாக இருக்கும். ஆகவே வெப்பமாற்று, அறையிலும்

சுருக்கியிலும்தான் நிகழும். எனவே, சுழலின் நிகர வேலை

$$W=Cp\ (T_2-T_3)-Cp\ (T_1-T_4)$$

சுழலின் நிகர குளிர் விளைவு (Net Refrigerating effect of the cycle) $N=Cp\ (T_1\ T_4)$

இவற்றின் விகிதம் சாதனைக் கெழு (coefficient of performance) எனப்படும்.

செயல் அல்லது சாதனைக் கெழு$=N\ /\ W$.

ஆவிக் குளிர்ச் சுழல்: ஆவிக் குளிர்ச்சுழல்(Vapour Refrigeration cycle) ஆவி இறுக்குச் சுழல் (Vapour compression cycle), ஆவி உறிஞ்சு சுழல் (Vapour absorption cycle) என இருவகைப் படும். இருவகைகளும் அழுத்த வேறுபாட்டை ஆதாரமாகக் கொண்டே செயல்படுகின்றன. இவ் வேறுபாட்டின் மூலம் குளிரூட்டி (Refrigerant) குறைந்த தெவிட்டிய வெப்பநிலை (Low Saturation temperature) யிலிருந்து வெப்பத்தை ஏற்று அதிகத் தெவிட்டிய வெப்ப நிலையில் தள்ள (Reject) இயலு கிறது. குளிர்விக்கப்பட்ட இடத் (Refrigerated space) தின் வெப்ப நிலையைவிட குளிரூட்டியின் தெவிட்டிய வெப்பநிலை குறைவாக இருக்குமாறும், போதிய அளவு வெப்பம் குளிரூட் டிக்கும் பாயுமாறும் உள்ளீர்ப்பு (Suction) அல்லது கீழ்நிலை (Low) அழுத்தம் அமையும். அதுபோல மேல் நிலை (Higher) அல்லது நீங்கு (Discharge or Delivery) அழுத்தம் அதனைச் சார்ந்த தெவிட்டிய வெப்ப நிலை குளிர் ஊடகத்தின் (Cooling Medium) வெப்ப நிலையைவிட அதிகமாக இருக்குமாறு அமைய வேண்டும். குளிரூட்டியினின்று ஊடகத்திற்குப் போதுமான அளவு வெப்பம் மாற்றப்பட ஓரளவு தேவையான வெப்பநிலை வேறுபாட்டை (Temperature difference) அளிக்குமாறு அமைய வேண்டும். எந்த ஒரு குளிர்ச் சாதனத்திலும் கீழ்நிலை, மேல் நிலை அழுத்தங்களின் வேறுபாட்டை நிலைநாட்டும் ஒரு வழி முறை தேவையாகும்.

குளிரூட்டியின்அழுத்தத்தை அதிகரிக்கும்இறுக்கச் சாதனங் களைத் (Compression devices) தவிர; எல்லாக் குளிர் சாதனங் களிலும் அவசியமான மற்றப் பாகங்கள் வருமாறு:

1. நீங்குநிலை அழுத்தத்தில் குளிரூட்டியைக் குளிர்விக்கும் சுருக்கி (Condenser).

2. இந்த அழுத்தத்திலிருந்து குறைவான உள்ளீர்ப்பு அழுத்தத்திற்குக் குளிரூட்டியை விரிவாக்கக்கூடிய விரிவாக்கி (Expander).

3. சுற்றுப் புறங்களிலிருந்தோ குளிர் வெளியிலிருந்தோ வெப்பத்தை உள்ளீர்ப்பு அழுத்தத்திலுள்ள குளிரூட்டி ஏற்பதற்கான ஆவியாக்கி (Evaporator).

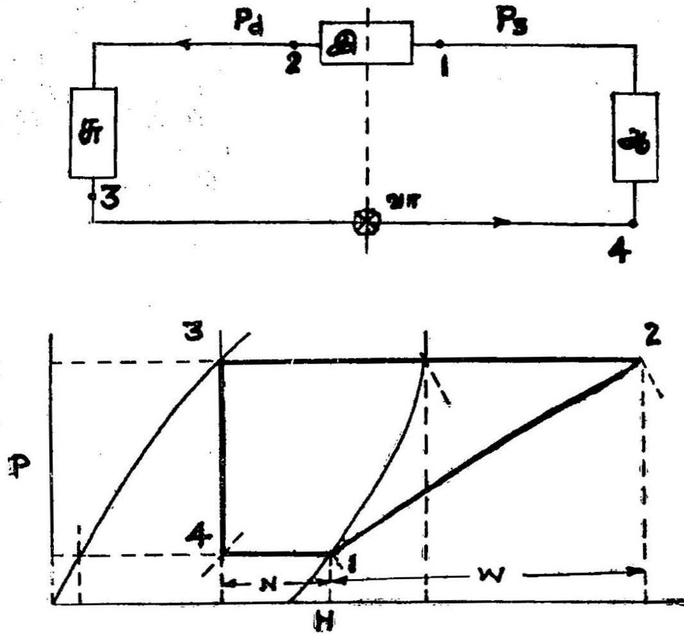
சுருக்கியில், குளிர் ஊடகத்திற்கும், குளிரூட்டிக்கும் இடையில் வெப்ப மாற்று நிகழுமேயன்றி பொறி முறை வேலை (Mechanical work) எதுவும் நிகழாது. விரிவாக்கி இரு வகைப்படும். ஒன்றில் காற்றுக் குளிர் முறையில் உள்ளதுபோல மாற்றக்கூடிய (Reversible Expansion) விரிவு முறையும், மற்றொன்றில் விரிவு வால்வும் (Expansion valve) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. விரிவு வால்வின் மூலம் செல்கின்ற குளிரூட்டி மறிநிலையற்ற முறையில் (irreversible) விரிவடைகின்றது. இஃது ஊசிவாய் விரிவு (Throttling Expansion) எனப்படும். ஓர் இலட்சிய ஊசிவாய் விரிவில் குளிரூட்டியின் மொத்த வெப்பம் (Total heat) விரிவிற்கு முன்பும் பின்பும் மாருமல் இருக்கும். ஆவியாக்கியிலும் பொறிமுறை வேலை எதுவும் நிகழ்வதில்லை. இதில் குளிரூட்டி சுற்றுப்புறங்களிலிருந்து வெப்பத்தைக் கவர்கின்றது. ஓர் இலட்சிய இயங்கு முறையில் இணைக்கும் குழாய்களில் குளிரூட்டி செல்கையில் அழுத்தத்திலோ வெப்பத்திலோ குறைவு ஏற்படுவதில்லை என்று கொள்ளப்படுகிறது. அதுபோல ஆவிக் குளிர்ச் சாதனங்களில் கீழ்க்கண்ட பாவனைகள் (Assumptions) மேற்கொள்ளப்படுகின்றன.

1. சுருக்கி, விரிவாக்கி, இணைக்கும் குழாய்கள், இறுக்கி வால்வுகள் (Compressor valves) ஆகியவற்றில் அழுத்தக் குறைவு ஏற்படுவதில்லை.

2. சுருக்கி, விரிவாக்கி ஆகியவற்றில் மட்டுமன்றி வேறு எந்தப் பாகங்களிலும் வெப்பமாற்று நிகழ்வதில்லை.

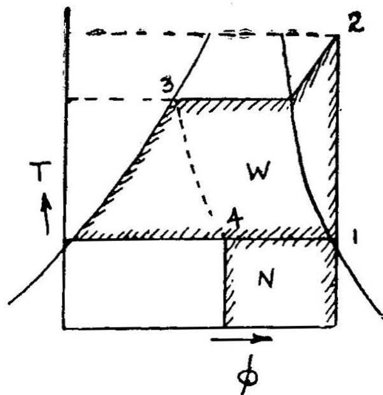
3. இறுக்கம் என்ட்ராபிமாருப் (Isentropic) பாதையில் நிகழ்கின்றது.

மேற் கூறப்பட்டவை, எல்லா ஆவிக் குளிர்ச் சாதனங்களுக்கும் பொதுவான விதிகளாகும். இனி, ஓர் இலட்சிய ஆவி இறுக்குச் சுழல் (Ideal Vapour Compression Cycle) இயங்கும் முறை பற்றிப் பார்ப்போம். இச் சுழலில் கீழ்க்கண்டவை பவனிக்கப்படுகின்றன. (1) உள்ளீர்ப்பு அழுத்தம் (*Ps*); (2) நீங்கு நிலை அழுத்தம் (*Pd*); (3) ஆவியாக்கியைவிட்டு நீங்கும் ஆவி தெவிட்டிய நிலையில் உள்ளது. அது போல சுருக்கியை விட்டு நீங்கும் திரவமும் தெவிட்டிய நிலையில் உள்ளது. இச் சுழல் அழுத்தம்-முழு வெப்பம் (Pressure-Enthalpy Diagram), வெப்ப நிலை என்ட்ராபி ஆகிய வரை படங்களில் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது. இது ஒரு பொதுத் தெவிட்டிய சுழலாகும் (Simple Saturation Cycle).



படம் 11 ஆவியிறுக்கச் சுழல்

இ : இறுக்கி	Pd : நீங்குநிலை அழுத்தம்
சு : சுருக்கி	Ps : உள்ளீர்ப்பு அழுத்தம்
ஆ : ஆவியாக்கி	W : வேலை
வா : விரிவுவால்வு	N : குளிர்விளைவு



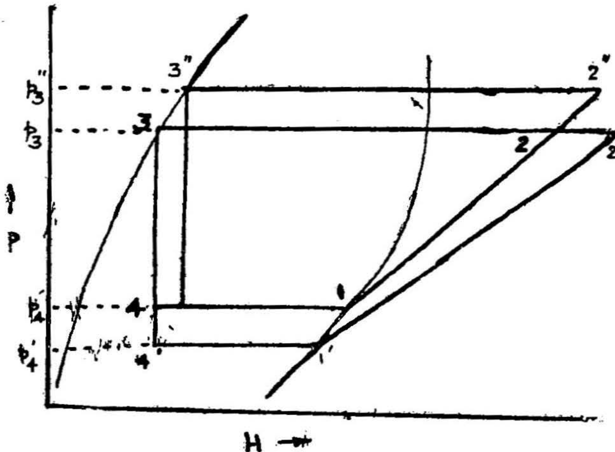
படம் 12 ஆவியிறுக்கச் சுழல் (T—φ வரைபடம்)

ஆவி இறுக்குச் சாதனங்களின்முக்கியப் பாகங்கள் இறுக்கி, சுருக்கி, விரிவு வால்வு, ஆவியாக்கி ஆகியவைகளாகும், குளிரூட்டி இறுக்கியினுள் உள்ளீர்ப்பு அழுத்தத்தில் (*Ps*) ஆவியாக்கியிலிருந்து இழுக்கப்பட்டு என்ட்ராபி மாரு முறையில் நீங்குநிலை அழுத்தத்திற்கு (*Pd*) இறுக்கப்படுகிறது. இவ்விறுக்கம் 1லிருந்து 2வரை காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது. பின் அது சுருக்கியில் திரவ வடிவத்தில் சுருக்கப்படுகிறது. குளிரூட்டியின் மொத்த வெப்பம் (Enthalpy) மாரு அழுத்தக் கோட்டின் வழியாக (Constant Pressure Line) 2 லிருந்து 3 வரை குறைக்கப்படுகிறது. பின் குளிரூட்டி விரிவு வால்வின் வழிச் செல்லும் போது மாரு மொத்தவெப்பம்(Constant Enthalpy) உடையதாக விரிவுபடுத்தப்படுகின்றது. இம் மாற்றம் 3லிருந்து 4வரை காண்பிக்கப்பட்டுள்ள செங்குத்துக் கோட்டின் மூலம் குறிக்கப்படும். விரிவுபட்டபின் குளிரூட்டியின் நிலையைப் புள்ளி 4 குறிக்கும். உள்ளீர்ப்பு (*Ps*) அழுத்தத்திற்குரிய (குளிரூட்டியின்) தெவிட்டிய வெப்ப நிலையில் அது ஓரளவு ஆவியாக்கப்பட்ட நிலையில் உள்ளது. இந்த இரு நிலை (நீர்மம், ஆவி)களில் உள்ள குளிரூட்டி ஒரு படித்தானதாக (Homogeneous) இராது; சீரான தன்மை (Uniform Property) உடையதாகவும் இராது. எனினும், இத்தகைய சுழல் பகுப்பாய்வில் (Cycle Analysis) உண்மையான தன்மைபற்றிய விவரங்கள் அவசியமின்மையால் படத்தில் புள்ளி 4-ல் குறிப்பிட்ட நிலையைப் பயன்படுத்திக் கொள்ள இயலும்.

பின் ஆவியாக்கியில் அழுத்தம் மாருமல் வெப்ப மாற்றம் நிகழ்கின்றது. அதன் வழியாகச் செல்லும்போது குளிரூட்டி சுற்றுப்புறங்களிலிருந்து வெப்பத்தைக் கவர்வதால் அதன் மொத்த வெப்பம் H_4 லிருந்து H_1 ஆக அதிகமாகிறது. புள்ளி 1, ஆவியினின்றும் வெளிவரும் நிலையையும், இறுக்கியின் உள்ளீர்ப்பு நிலையையும் குறிக்கும். இவ்வாருக ஆவி இருக்கச் சுழல் முடிவுறுகிறது.

மேற்கூறிய சுழல் செயற்படும்போது உள்ளீர்ப்பு அழுத்தத்தைக் கூடிய வரை அதிக நிலையிலும் அதே சமயம் போதிய அளவு வெப்பத்தைக் கவரும் நிலையிலும் அமைதல் வேண்டும். இவ்வழுத்தம் குறையுமாஞல் (உதாரணமாக P_4 லிருந்து P_4க்கு) (W) சுழலின் நிகர வேலை கூடும்; தேறிய குளிர் விளைவு (N) குறையும். ஆகவே, செயற்கெழு (N/W) மிகவும் பாதிக்கப்படும். இவ்வழுத்தம் அதிகமாஞல், அதனைச் சார்ந்த தெவிட்டிய வெப்பநிலையும் அதிகமாகி சுற்றுப்புற வெப்ப

நிலைக்கும், குளிரூட்டியின் வெப்ப நிலைக்கும் உள்ள வேறுபாடு (Temperature Difference) குறைவுபடும். இது வெப்ப



படம் 13 நீங்குநிலை உள்ளீர்ப்பு அழுத்தங்களில் ஏற்படும் மாற்றங்களின் விளைவு

மாற்றத்தைப் பாதிக்கும். ஆகவே, இவ்வாறு வெப்ப மாற்றத்தைப் பாதிக்காதவாறும், சுழலின் செயற்கெழு பாதிக்கப்படாதவாறும் உள்ளீர்ப்பு அழுத்தம் அமைதல் வேண்டும்.

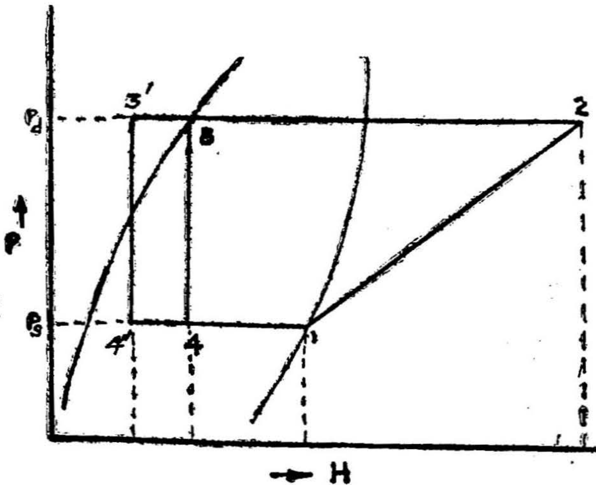
நீங்குநிலை அழுத்தம் (Discharge Pressure) குளிர்விக்கும் ஊடகத்தின் வெப்பநிலையைப் பொறுத்துத் தீர்மானிக்கப்படும். இவ் வழுத்தத்தைச் சார்ந்த தெவிட்டிய வெப்பநிலை ஊடகத்தின் வெப்ப நிலையினும் போதிய அளவு அதிகமாக இருத்தல் வேண்டும். அப்பொழுதுதான் குளிரூட்டியினின்று வேண்டிய அளவு வெப்பம் ஊடகத்திற்குச் செல்ல இயலும். ஆகவே, அழுத்தம் அதிகமானல் வெப்ப மாற்றமும் அதிகமாகும். ஆனல், இவ் வழுத்தத்தில் ஏற்படும் கூடுதல் அளவு(*P*3-லிருந்து P3-க்கு அதிகமானல் இறுக்க வேலை(Work of Compression)யை அதிகப்படுத்தும், குளிர் வினையைக் குறைக்கும்.

ஆகவே, கூடியவரை நீங்குநிலை அழுத்தம் அதிகமாவதைத் தவிர்க்க வேண்டும். நீங்குநிலை அழுத்தம் அதிகமாவதால் ஏற்படும் விளைவுகளைவிட உள்ளீர்ப்பு அழுத்தம் குறைவதால் ஏற்படும் விளைவுகள் கடுமையானவையாகும்.

இதுவரை பார்த்தது ஒரு பொதுச்சுழலாகும்(Simple Cycle). சுழலின் செயற்கெழு நீர்மத்தைத் தெவிட்டிய வெப்ப நிலைக்குக் கீழ் மிகைக் குளிர்வித்தல் மூலமும் ஆவியை இறுக்கியினுள் புகு முன் மீச்சூடு படுத்துதல் மூலமும் அதிகமாவதைக் காண் போம்.

(1) மிகைக்குளிர் (Sub-Cooling) சுழல்:

சுருக்கியின் உட்புகும் நீரின் வெப்பநிலையின் சில டிகிரி களுக்குள்ளாகக் குளிரூட்டியைக் குளிர்விக்க முடியும். இதன் மூலம் தேறிய குளிர் விளைவை அதிகரிக்க இயலும். சிலசாதனங் களில் சுருக்கியைத் தவிர, ஒரு மிகைக் குளிர் சாதனமும் (Sub-cooler) சேர்க்கப்படும். நீர் முதலில் இதன் மூலம் சென்று, பின் சுருக்கியின் மூலம் செல்லும். இரண்டும் (Sub Cooler & Con-denser) தொடர் நிலையில் (Series) இணைக்கப்பட்டிருக்கும். நீரின் அளவு மாறுமலிருந்தால் சுருக்கியிலிருந்து வெளிவரும் குளிரூட்டியின் அழுத்தத்தைச் சார்ந்த தெவிட்டிய வெப்பநிலைக் குக்கீழ் மிகைக் குளிர்விப்பது குளிர் விளைவை அதிகரிக்கும்; செயற்கெழுவையும் அதிகரிக்கும். தெவிட்டிய மிகைக் குளிர வைத்த சுழல்களை ஒப்பிடும் வரை படம். படம் 14-ல் காட்டப் பட்டுள்ளது.



படம் 14: 1–2–3–4 தெவிட்டிய சுழல்
1–2–3'–4' மிகைக் குளிர்வித்த சுழல்

குளிரூட்டியை, ஆவியாக்கியினின்றும் வெளி வருகின்ற ஆவிக்கு இணையான திசையில் (Parallel) ஒரு வெப்ப மாற்றியில் செலுத்துவதன் மூலமும் மிகைக் குளிர வைக்க இயலும்.

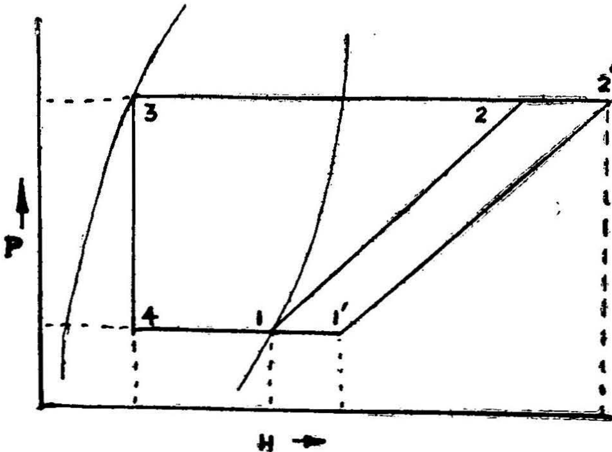
மீச் சூடேட்டும் (Superheat) சுழல்:

இறுக்கியினுட்புகும் ஆவியைத் தெவிட்டிய (Sturation) நிலையிலில்லாமல் மீச் சூடேட்டிய நிலையில் செலுத்தும் முறைகள் கீழே விவரிக்கப்படுகின்றன.

1. விரிவு வால்வைச் சீராக அமைப்பதன் (Adjust) மூலம்: இம் முறையில் உள்ளீர்ப்பு, நீங்குநிலை அழுத்தங்களின் வேறுபாட்டிற்கு ஏற்றவாறு செயற்கெழு, தெவிட்டிய சுழலுக்கு ஒப்பிடும்போது கூடவோ குறையவோ மாறுமலோ இருக்கும்.

2. ஆவியாக்கியினின்று வெளிவரும் ஆவிக் குளிர் வெளி (Refrigerated space)யில் அமைந்துள்ள குழாய் (Pipe line) வழியாகச் செல்லும்போது வெப்பத்தைக் கவர்வதன் மூலம் அதன் வெப்பநிலை அதிகரிக்கலாம். இம் முறையில், தேறிய குளிர் விளைவை அதிகரிக்கும்.

3. குளிர் வெளியின் வெளியே உள்ள குழாய்களில் செல்லும்போது வெப்பம் ஆவிக்குச் செல்லுமானால் தேறிய குளிர் விளைவு அதிகமாகாது. ஆனால், தேறிய வேலை அதிகமாகிச் செயற்கெழு குறைவதற்குக் காரணமாகும். மேலும்;



படம் 15 1–2–3–4 தெவிட்டிய சுழல்
1'–2'–3–4 மீச்சூடுபட்ட சுழல்

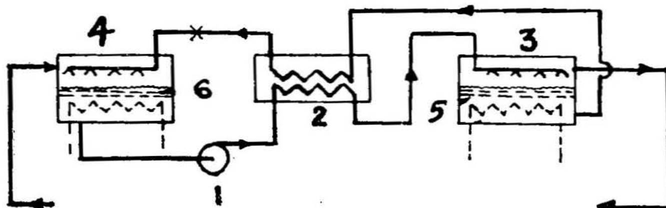
ஆவியின் நிறையலகு பருமம் (Specific Volume) அதிகமாவ தால் இறுக்கியின் பெயர்ச்சி (Displacement) யை அதிகப்படுத்த வேண்டும். உட்புகும் எந்த வெப்பமும் சுருக்கியில் ஊடகத்தி லிருந்து நீக்கப்படவேண்டுமாதலால் குளிர்விக்கும்நீரின் கனம் அதிகமாகும். ஆகவே, இம் முறையில் மீச்சூடேட்டுவது தவிர்க் கப்படவேண்டும். தெவிட்டிய மீச்சூடேட்டிய சுழல்கள் 15ஆம் படத்தில் ஒப்பிடப்பட்டுள்ளன.

ஆவி உறிஞ்சு சுழல் (Vapour Absorption cycle):

மேற்கூறிய ஆவியிறுக்க முறையில் இறுக்கியைச் செயல் படுத்துவதற்குத் தேவையான சத்தியும் அதற்கான செலவும் அதிகம். இதைத் தவிர்ப்பதற்காக எந்திரத் தண்டு வேலைக்கு (Shaft work) வெப்பத்தையே உபயோகிக்கும் வழி முறைகளைக் கண்டறிய முயற்சி செய்யப்பட்டது. குளிரூட்டி ஆவி வடிவத் தில் இறுக்கப்படுவதால் அதன் பருமத்தில் (Volume) மிக அதிக அளவில் மாற்றம் ஏற்படுகிறது. குளிரூட்டியின் பருமத்தில் அதிக அளவு மாற்றம் நிகழாமல் அழுத்தத்தை அதிகரிக்கும் முறையைப் பின்பற்றினல் தேவைப்படும் வேலையின் அளவு (Work requirement) மிகவும் குறைக்கப்படும். உறிஞ்சு சாதனத் தில் குளிரூட்டி ஒரு கரைப்பானில் கவரப்பட்டு, அந்தக் கரை சலின் அழுத்தம் மிக இலகுவாக அதிகரிக்கப்படுகிறது. அதே சமயம் கரைசலின் பருமம் அதிகப்படியாக மாறுவதில்லை. ஆயினும், குளிரூட்டியை இறுக்குமுன் ஓர் உறிஞ்சி (Absorbent) யில் கரைக்கவும் இறுக்கியபின் கரைசலிலிருந்து வெளியேற் றவும் இயல வேண்டும். இஃது உறிஞ்சு சுழலில் சாத்திய மாக் கப்படுகிறது. தேவையான சத்தி அதிகமாக இருப்பினும் அஃது எந்திரத்தண்டு வேலை வடிவத்தில் இராமல் ஓரளவு கீழ்த்தரத்தில்(Low Grade)உள்ள வெப்பவடிவிலேயே தேவைப் படுகிறது. ஓர் இலட்சிய உறிஞ்சு சுழல் இயங்குவது இறுக்கு முறைக்கு ஏறக்குறைய ஒப்பானதுதான் எனினும் இறுக்கியி னிடத்தில் அதற்குப் பதிலாக வேறு சில உறுப்புகளின் ஒரு தொகுப்பின் மூலம் உறிஞ்சி, குளிர் சாதனத்தின் மற்றப் பாகங் களுடனின்றும் தனியாக (Independently) த் தனது சுற்றை (Cycle) முடிவுறச் செய்கிறது.

ஆவி உறிஞ்சு சுழலின் ஓர் உதாரணமாக அம்மோனியா– நீர் முறை (Ammonia Water system) இங்கு விளக்கப்பட் டுள்ளது.

அம்மோனியா ஆவி வடிவத்தில் ஆவியாக்கியினின்று வெளி வந்து உறிஞ்சிக் கலனுள் (Absorber) செல்லுகிறது. அங்கு



படம் 16
1. பம்பு 2. வெப்பமாற்றி 3. ஆக்கி 4. உறிஞ்சி
5. சூடான வீரியமற்ற கலவை 6. குளிர்ந்த வீரியக் கலவை

அதை உறிஞ்சும் தன்மை கொண்ட குறைவான செறிவு (Low Concentration) உடைய அம்மோனியா-நீர்க் கரைசலுடன் சேர்க்கப்படுகிறது. இக் கரைசல் குளிர்வுச் சுருள் (Cooling coils) களின் உதவியால் குறைவான வெப்ப நிலையில் உள்ளது. அம்மோனியா ஆவி இக் கரைசலுள் கவரப்படுவதால் கரைசல் அதிகச் செறிவுடையதாக (Strong solution) மாறுகின்றது. இவ் வீரியக் கரைசல் (Strong liquor) ஒரு வெப்ப மாற்றியின் (Heat Exchanges) மூலமாக ஆக்கி (Generator) யினுள் உந்தித் தள்ளப்படுகிறது (Pumped). ஆக்கியினுள் வெப்பத்தைச் செலுத்துவதன் மூலம் குளிரூட்டி அதிக அழுத்த ஆவி (High pressure vapour) யாக வெளியேற்றப்படுகிறது. பின் அது சுருக்கியினுள் செல்லுகிறது. சூடான, செறிவற்ற (weak) கரைசல் ஆக்கியினின்று வெப்ப மாற்றி (Heat Exchanger) மூலமாக உறிஞ்சிக் கலனுக்குப் பாயும்.

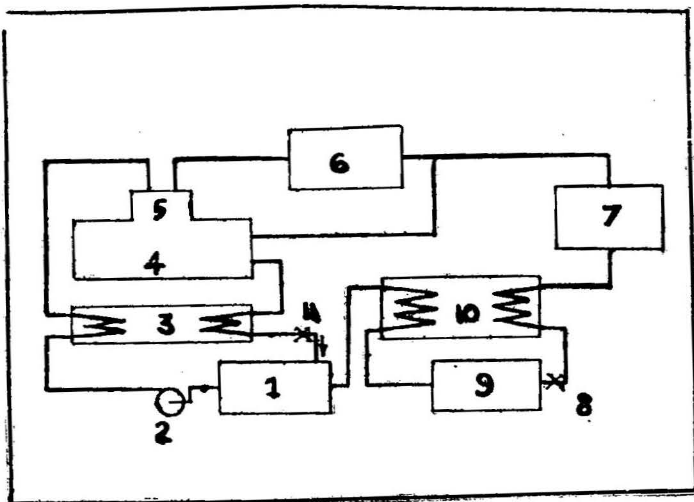
ஆக்கியில் தேவைப்படும் வெப்பம் உறிஞ்சிக் கலனில் வெளிக் கொணரப்பட்ட (Extracted) வெப்ப அளவிற்கு ஏறக் குறைய சமமாக இருக்கும். இஃது உறிஞ்சிக்கலனை முதலில் குளிரவைக்க வெளியேற்றப்பட்ட வெப்ப அளவையும், உறிஞ்சும் போது வெளியேற்றப்பட்ட வெப்ப அளவையும் கூட்டி உள்ளே வருகின்ற குளிரூட்டியின் குளிர் விளைவைக் கழித்து வரும் அளவாகும்.

ஆனால், வெப்ப மாற்றி முழுமையாகச் செயலுறாததால் (Not Completely effective) உறிஞ்சிக் கலனில் வெளியாக்கப் படும் வெப்ப அளவும் ஆக்கியில் உட் செலுத்தப்படும் வெப்ப அளவும் அதிகமாக இருக்கும். மேலும் சிறிதளவு உறிஞ்சியும்

ஆவியாகிக் குளிரூட்டியோடு சுருக்கியை அடையும், இக் காரணங்களால் நடை முறையில் இச் சாதனங்கள் இலட்சிய முறைகளினின்று வேறுபடுகின்றன.

இந்த உறிஞ்சு சாதனங்களின் வெவ்வேறு உறுப்புகள் வருமாறு: உறிஞ்சிக் கலன் (Absorber), பம்பு (Pump), வெப்ப மாற்றி (Heat Exchanger), பகுப்பான் (Analyser), ஆக்கி (Generator), திருத்தி (Rectifier) , சுருக்கி (Condenser), முன் குளிர் சாதனம் (Precooler), விரிவு வால்வு (Expansion valve), ஆவியாக்கி (Evaporator).

ஓர் உறிஞ்சி சாதனம் இயங்கும் முறை படத்தில் காட்டப் பட்டுள்ளது.



படம் 17

1. உறிஞ்சி, 2. பம்பு, 3. வெப்பமாற்றி, 4. ஆக்கி, 5. பகுப்பான், 6. திருத்தி, 7. சுருக்கி, 8. விரிவு வால்வு, 9. ஆவியாக்கி, 10. முன் குளிர் சாதனம், 11. அழுத்தம் குறைக்கும் வால்வு.

குளிர்ந்த வீரியக் கரைசல் (Strong & cool solution)உறிஞ்சு கலனிலிருந்து வெப்ப மாற்றியின் (பகுப்பான் ஆகியவை) மூலமாக ஆக்கியினுள் உந்தித் தள்ளப்படுகிறது. அஃது, ஆக்கியினின்று வருகின்ற சூடான அடர்வற்ற கரைசலிலிருந்து வெப்

பத்தைப் பெறுகிறது. ஆக்கியினுள் செலுத்தப்பட்ட வெப்பம் சூட்டுச் சுருள்—(Heating Coil) மூலமாக வீரியக் கரைசலின் வெப்ப நிலையை மேலும் அதிகமாக்குவதால் அதனின்று ஆவி வெளித்தள்ளப்படுகிறது, பெரும்பாலும் குளிரூட்டி நிறைந்த இந்த ஆவி, பகுப்பான் மூலம் திருத்தியினுள் செல்லும். சூடான வீரியமற்றக் கரைசல் ஆக்கியினின்று வெப்ப மாற்றியின் மூலம் சென்று பின் ஓர் அழுத்தக் குறைப்பு வால்வு வழியாக (Pressure Reducing valve) உறிஞ்சு கலனைப் போய்ச் சேரும். அங்கு அது முன் குளிர் சாதனத்திலிருந்து வரும் குளிரூட்டியை உறிஞ்சும். உறிஞ்சு கலனில் அது மேலும் குளிர்விக்கப் பட்டு இக் குளிர்ந்த வீரியக் கரைசல் ஆக்கியினுள் செலுத்தப் பட தயாராக இருக்கும். முன் கூறிய குளிரூட்டி நிறைந்த ஆவி திருத்தியில் மேலும் குளிர்விக்கப்படுகிறது. ஓரளவு உறிஞ்சி இத் திருத்தியில் சுருக்கப்பட்டு (Condensed) ஆக்கியினுள் திரும்ப அனுப்பப்படுகிறது. ஆவி மேலும் வீரியம் அதிகமாக்கப் பட்டுச் சுருக்கி, முன் குளிர் சாதனம் ஆகியவற்றுள் செல்லு கிறது. முன் குளிர் சாதனத்தில் ஆவியாக்கியினின்று வருகின்ற குளிர்ந்த ஆவி காரணமாக மேலும் குளிர்கிறது. இப்பொழுது நீர்ம வடிவத்திலுள்ள குளிரூட்டி விரிவு வால்வின் மூலம் சென்று, விரிவாக்கப்பட்டு ஆவியாக்கியினுள் செல்கின்றது. ஆவியாக்கியில் வெப்பத்தைக் கவர்ந்த பின், முன் குளிர் சாத னம் மூலமாக உறிஞ்சு கலனை வந்தடைகிறது. இம் முறையில் மூன்று வெவ்வேறான சுற்றுகள் (circuits) உள்ளன. அவை யாவன :

1. சிறிதளவு உறிஞ்சி கலந்த குளிரூட்டியின் முக்கிய (Main) வழி: உறிஞ்சு கலன், பம்பு, வெப்ப மாற்றி, பகுப்பான், ஆக்கி, (மீண்டும்) பகுப்பான், திருத்தி, சுருக்கி, முன் குளிர் சாதனம், விரிவு வால்வு ஆவியாக்கி, மீண்டும் முன் குளிர் சாதனம் என்று அமையும்.

2. சிறிதளவு குளிரூட்டியை உடைய உறிஞ்சியின் முக்கிய வழி : உறிஞ்சு கலன், பம்பு, வெப்ப மாற்றி, பகுப்பான், ஆக்கி, மீண்டும் வெப்ப மாற்றி என்று அமையும்.

3. சிறிதளவு உறிஞ்சியும், அதனைச் சார்ந்த குளிரூட்டி யும் செல்கின்ற சுழல், ஆக்கியினின்று தொடங்கிப் பகுப்பான் திருத்தி மூலமாக (மீண்டும்) ஆக்கியை வந்தடைவது.

இம் மூன்று சுற்றுகளும் தனித்தனியாக அடைக்க (Closed)ப் படாமையால் பாய்மங்கள் (Fluids) ஒரு சுற்றினின்று

மற்றொன்றிற்குச் செல்ல இயலும். எனினும், ஓரியல்பாய் இயங்குகின்ற (Steady State) சாதனத்தில் இம் மூன்று சுற்றுகளில், ஒவ்வொரு சுற்றிலும் செல்கின்ற பாய்மத்தின் அளவு மாறாது என்பதை ஏற்றுக்கொண்டு அச் சாதனம் செயல்படும் முறை ஆராயப்படுகிறது.

ஆவி உறிஞ்சும் சாதனங்களின் பயன்படும் குளிரூட்டிகளின் (*Refrigerant*) முக்கியத் தன்மைகளுள் சில வருமாறு:

1. ஆக்கியின் வெப்ப நிலையின் ஆவியின் அழுத்தம் மிகக் குறைவாக இருக்க வேண்டும்.

2. கரைப்பான் சுழல் முழுவதும் நீர்ம வடிவாக இருக்க வேண்டும். ஆக்கி, உறிஞ்சி, சுருக்கி ஆகியவற்றின் அழுத்த வெப்பநிலைகளுக்கேற்ற தகுந்த வெப்பநிலை அழுத்தம்–வீரியம் (Concentration) ஆகியவற்றின் சார்புத் தன்மைகள் (Related Properties) அமைதல் வேண்டும்.

3. சாதனத்தின் மிக அதிகப் பட்ச வெப்ப நிலையிலும் சிதைவுறாமல் நிலையாக இருக்க வேண்டும்.

4. சிறந்த வெப்ப மாற்றம், உந்தித் தள்ளத் தேவையான ஆற்றல் இவற்றிற்காகக் குறைந்த வெப்ப எண் (Specific heat) குறைந்த பாகியல் (Viscosity) தன்மைகள் உடையனவாகவும் இருத்தல் வேண்டும்.

5. மேலும் கரைசலின் உறிஞ்சியின் குறைந்த வெப்ப நிலையில் கரையும் தன்மை (Solubility) அதிகமாகவும், ஆக்கியின் அதிக வெப்ப நிலையில் கரையும் தன்மை குறைவாகவும் இருக்க வேண்டும்.

6. சாதனத்தின் எந்த வெப்ப நிலையிலும் கரைப்பானும் (Solvent), கரை பொருளும் (Solute) வேதி வினை (*React*)க்குள் படாததாக இருக்க வேண்டும்.

உறிஞ்சி குளிரூட்டியைக் கவரும் தன்மை அதிகமாகக் கொண்டிருக்க வேண்டும். ஃப்ரீயான்களும் மற்றச் சில வாயுக்களும் நீரில் கரையும்போது வெளிப்படும் வெப்பம் மிகக் குறைவே. ஆனால் நீருக்கும், அம்மோனியாவிற்கும் உள்ள கவர்ச்சி மிக அதிகமாகும். எனவே, அம்மோனியா, நீரில் கரையுமிடத்து வெப்பம் மிக அதிக அளவில் வெளிப்படும்.

இரண்டிற்கும் இடையே உள்ள கவர்ச்சியின் அளவு வெளியாகும் வெப்பத்தின் அளவின் மூலம் குறிக்கப்படும்.

அம்மோனியா - நீர்க் கலவையே மிக அதிக அளவில் பயன்படுகிறது. ஓரளவு பயன்படும் மற்றக் கலவைகள் நீர் – லித்தியம் ப்ரோமைட் (Water Lithium Bromide), ஃப்ரீயான் – 12 ஈதைல் ஈதர்-டை எதிலின் க்ளைகால் அசிடேட் (Freon-12 and ethyl ether of diethylene glycol acetate, மெதிலின் குளோரைடு டைமீ தாக்ஸிடெட்ரா எதிலின் க்ளைகால் (Methylene chloride – dimethoxy tetraethylene glycol) ஆகியவையாகும்.

ஆவி உறிஞ்சு சுழலையும், ஆவி இறுக்கச் சுழலையும் ஒப்பிடும் போது கீழ்க்கண்டவை புலனாகும்:

1. ஆவி உறிஞ்சு சுழலில் அசையும் ஒரே பாகம் பம்பு மாத்திரமே. ஆகவே, சாதனம் ஓசை இன்றிச் செயல்படும். உராய்வதால் ஏற்படும் தேய்மானம் குறைவானதாகும். இச் சுழலுக்குச் சம ஆற்றலுடைய ஆவி இறுக்குச் சுழலுக்குத் தேவையான சாதனங்களைவிட மிகச் சிறியவைகளே தேவைப்படும்.

2. பம்பு நீங்கலாக மற்றப் பாகங்களில் அதிக அல்லது குறைந்த அழுத்த நீராவியைக்கொண்டு செயல்படுமாறு அமைக்கப்படுகிறது. எனவே, மின் சத்திக்கான தேவை மிகவும் குறைவாகும்.

3. ஆவி இறுக்கச் சுழலில் ஆவியாக்கியின் அழுத்தம் குறைந்தால் சாதனத்தின் சுற்றலும் வெகுவாகக் குறையும். ஆனால், உறிஞ்சு முறைச் சாதனங்கள் குறைவான ஆவியாக்கியின் அழுத்த வெப்ப நிலைகளிலும் ஆற்றலில் எவ்விதக் குறையுமின்றிச் செயல்பட முடியும். ஆக்கியினுள் செலுத்தப்படும் நீராவியின் அழுத்தத்தை அதிகரித்து ஆவியாக்கியில் அழுத்தத்தைக் குறைக்க இயலும்.

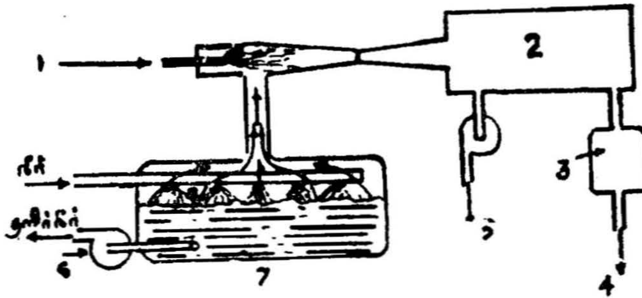
4. குறைந்த அளவிலிருந்து (Partial Load) முழுத் தேவை (Full Load) வரை அநேகமாக ஒரே சீரான திறனுடன் இயங்குகிறது. நீராவியின் அழுத்தம், செலுத்தப்படும் கரைசலின் அளவு ஆகியவற்றை மாற்றுவதன் மூலம் குளிர்விக்கும் ஆற்றலையும் மாற்ற இயலும்.

5. ஆவியாக்கியிலிருந்து வெளிவரும் குளிரூட்டி நீர்ம வடிவத்தில் இருந்தால் இறுக்கியின் பாகங்களுக்குக் கேடு விளைவிக்கும். எனவே, ஆவி இறுக்கச் சாதனங்களில் நீர்ம வடிவிலுள்ள குளிரூட்டி இறுக்கியினுள் செல்லாதவாறு பாதுகாப்பது

மிக அவசியம். ஆனால், ஆவி உறிஞ்சு சாதனங்களில் இத்தகைய இடையூறு எதுவும் ஏற்படுவதில்லை.

6. தேவையான இட வசதியையும், தானியங்கும் கட்டுப்பாட்டுக் கருவிகளையும் (Automatic Control) கருத்திற் கொண்டால் உறிஞ்சு சாதனங்களையே ஏற்றவைகள் எனக் கொள்ளலாம்.

நீராவி பீற்றுக் குளிரூட்டல் (Steam—Jet Refrigeration): குளிரூட்டிகளில் மிகவும் பாதுகாப்பானவை காற்றும் நீரும்தான். இவை மற்றவைகளிலும் குறைவான திறனுடையவையாக இருப்பினும் இப் பாதுகாப்பினைக் கருத்திற்கொண்டு அவற்றையே



படம் 18

நீராவி பீற்றுக் குளிர் சாதனம்.

1. அதிக அழுத்த நீராவி, 2. சுருக்கி, 3. வெற்றிடப் பம்பு
4. காற்றும், ஆவியும், 5. கொதிகலனுக்குச் செல்லும் நீர்,
6. குளிர்நீர்ப் பம்பு, 7. விரிவு அறை (Flash chamber).

பயன்படுத்தும் சாதனங்கள் உருவாக்கப்பட்டன. முக்கியமாகக் கப்பல்களில் பயணிகளின் வசதிக்காகக் குளிர வைப்பதற்கும், சில தொழிற் றுறைகளில் தேவையான குளிர்ந்த நீரை அளிக்கவும் இடைநிலை அழுத்தத்தில் (Medium Pressure) உள்ள நீராவியைக் கொண்டு நீராவிப் பீற்றுக் குளிரூட்டுச் சாதனங்கள் பயன்படுகின்றன. இச் சாதனங்கள் பாதுகாப்போடும், எளிதாகவும் (Simple) அதிர்வில்லாமலும் (No – vibration) இயங்கும் தன்மை உடையன. இவற்றில் ஒரு சாதனம் இயங்கும் முறை படம் 18-ல் விவரிக்கப்பட்டுள்ளது. உத்தேசமாக 7 கிலோ கிராம் 2 செ. மீ. தெவிட்டிய நீராவியைக்கொண்டு ஒரு டன் குளிர்ச்சி ஒரு மணிக்குள் உண்டாக்க வேண்டுமானால், 15 லிருந்து 20 கிலோ கிராம் வரை அத்தகைய நீராவி தேவைப்படும்.

நீர்ப்பரப்பின் மேலுள்ள அழுத்தம் குறைக்கப்பட்டால் குறைந்த வெப்பநிலையிலும் அது ஆவியாக மாறும். உதாரணமாக 5 செ. மீ. நீர் அழுத்தத்தில். 6° C-ல் நீர் கொதித்து ஆவியாகும். இவ்வாறு குறைந்த அழுத்தத்தில் நீர் ஆவியாதலைப் பயன்படுத்திக் குளிர்ச்சி ஏற்படுத்த இயலும். நீராவியைப் பீற்றுக்குழாய்கள் மூலம் ஊசிவாய்ப் பெருக்கமாக விரிவாக்குவதன் மூலம் குறைந்த அழுத்தம் அல்லது அதிக வெற்றிடம் (high vacuum) ஏற்படுத்த இயலும். இக் குறைந்த அழுத்தத்தில் நீர் ஆவியாக மாறும்போது தேவையான உள்ளுறை வெப்பத்தைச் சுற்றுப்புறங்களிலிருந்து கவர்வதால் குளிர்ச்சி ஏற்படும். இவ்வாறு நீரைக் குளிரூட்டியாகக் கொண்டு இயங்கும் நீராவி –பீற்றுச் சாதனத்தில் குறைந்த வெப்பநிலை நீரின் உறைநிலையாகும். ஆகவே, இச் சாதனங்கள் பொதுவாக வசதிக் காற்றுச் சீராக்கும் சாதனங்களிலும், தொழிலகங்களில் நீரின் உறைநிலைக்குக் குறையாது செயற்படும் சாதனங்களிலும் பயன்படுகின்றன.

ஆவியாக்கி அல்லது விரிவு அறையில் குறைந்த அழுத்தத்தை ஏற்படுத்த அதனுள் ஏற்படும் ஆவி தொடர்ந்து நீக்கப்பட அதிக அழுத்த நீராவியைப் பயன்படுத்தும் பீற்றுக் குழாய் பயன்படுகிறது. இந்த நீராவியும் குளிரூட்டியாகப் பயன்படும் நீரின் ஆவியும் சுருக்கியில் நீர்மமாகச் சுருக்கப்பட்டு ஒரு பம்பின் மூலம் வெளியேற்றப்படும்.

இச் சாதனங்கள் மிகக் குறைந்த அழுத்தத்தில் செயற்படுவதால் உட்கசியும் வெளிக் காற்றும், நீரில் கரைந்துள்ள காற்றும் வெளியேற்றப்பட உரிய வெற்றிடப் பம்புகள் (Vacuum pumps) அல்லது நீராவி வெளியேற்றும் கருவி (Steam Ejector) பொருத்தப்படுதல் அவசியமாகும்.

இச் சாதனத்தின் சிறப்புகள் வருமாறு :

நகரும் பாகங்கள் ஒன்றுமில்லை; திட்டமிடவும், உருவாக்கவும் எளிது. எனவே, நம்பத்தக்கவை. பேணும் செலவும் குறைவாகும். கப்பல்களிலும் ரப்பர், காகிதம், மது வகைகள், உணவு பதனிடும் தொழிலகங்களிலும் நீரைக் குளிரவைக்கப் பயன்படுகிறது. அதிர்வின்மை (lack of vibration), சுமை மாறுபாட்டிற்கு ஏற்றவாறு விரைவில் சீர்படுதல், (நீர் குளிரூட்டியாகப் பயன்படுவதால்) முழுப் பாதுகாப்பு ஆகியவை காரணமாகக் காற்றுச் சீராக்கும் சாதனங்களில் குறிப்பாகப் பயன்படுகின்றன.

இவ்வகைச் சாதனங்களின் குறைகள் வருமாறு :

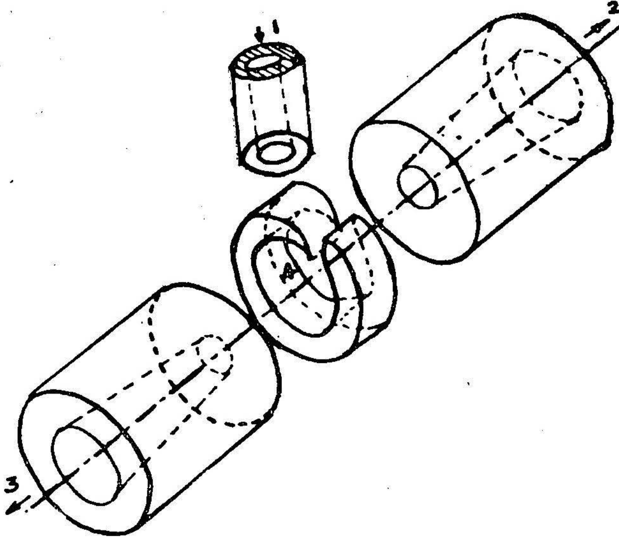
மிக அதிக அளவில் ஆவியைக் கையாளப் பீற்றுக்குழாய்களைமட்டுமே பயன்படுத்த இயலும். மையவிலக்கு இறுக்கிகள் பயன்படுமென்றாலும், அவை சிக்கனமானவை அல்ல. சுருக்கியில் வெளியேற்றப்படும் வெப்ப அளவும் மிக அதிகமாகும். ஆவியிறுக்கச் சாதனங்களில் உள்ள அளவைப் போல் இருமடங்கு வெப்பம் நீக்கப்படவேண்டும். 4°Cக்குக் குறைந்த வெப்ப நிலைகளில் இவை பொதுவாகப் பயன்படா.

சுழற்குழாய் (Vortex Tube) அதிக அழுத்தத்தில் உள்ள காற்றை ஒரு சுழல் குழாயினுள் தொடு கோடாக உட்செலுத்தும்போது அது விரிந்து ஒரு சுழலாகச் செல்லும். அப்போது ஏற்படும் விரிவின் காரணமாகவும் இச் சுழலின் காரணமாகவும் குழாயின்ஒரு பக்கம் சூடான காற்றும், மற்றொரு பக்கம் குளிர்ந்த காற்றும் வரும். இத்தகைய ஒரு சாதனத்தை 1931-ல் பிரான்சு நாட்டின் ஜார்ஜ் ராங்க் (George Rangue) என்பவர் கண்டுபிடித்தார். பின் ருடால்ஃப் ஹில்ஷ் (Rudolph Hilsch) என்ற ஜெர்மன் நாட்டு விஞ்ஞானி அதில் மேலும் சில முன்னேற்றங்கள் செய்தார். ஆகவே, இது ராங்க் குழாய் (Ranque Tube), ஹில்ஷ் குழாய் (Hilsch Tube) அல்லது சுழற்குழாய் (Vortex Tube) எனப்படும்.

சுழற்குழாயில் அசையும் பாகங்கள் ஒன்றும் கிடையாது. ஆயினும், இதன் செயற்கெழு மிகவும் குறைவானதாகும். சாதாரணமாக இதன் மதிப்பு 0·10லிருந்து 0·15 வரை அமையும். இக்குழாயினுள் மிகக் கொந்தளிப்புடைய (highly turbulent) தாகவும், ஒலியின் வேகத்தினும் அதிக வேகமுடையதாகவும் காற்றோட்டம் இருப்பதால் இதன் திறனை அதிகப்படுத்த இயலவில்லை. ஒரு சில இடங்களில் இச் சாதனம் பயன்பட்டாலும் மிகப் பெரிய அளவில் குளிர வைக்க மற்ற சாதனங்களோடு ஒப்பிடும்போது இதன் பயன் மிகக் குறைவே. இக் குழாயின் அமைப்பைப் படம் 19-ல் காணலாம்.

வெப்ப மின் குளிர்ச்சி (Thermo electric refrigeration) : சீபெக் (Seebeck), பெல்டியர் (Peltier), தாம்ஸன் (Thomson) ஆகியவர்கள் கண்டுபிடித்த கொள்கைகளை ஆதாரமாகக் கொண்டு வெப்ப மின் குளிர்சாதனங்கள் செய்யப்பட்டன. அரைக்கடத்திகள் (semi conductors) எனப்படும் ஒரு வகைப் பொருள்களை மின்சுற்றில் இணைத்து அவற்றின் மூலம் தகுந்த முறையில் மின் ஓட்டத்தைச் செலுத்தும் போது அவற்றின் ஒரு பக்கம்

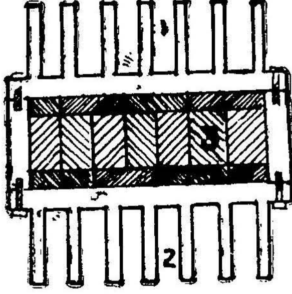
சூடாகவும், மறுபக்கம் குளிர்ந்தும் காணப்படும். அகவே, இவற்றின் உதவியால் சுற்றுப் புறங்களைச் சூடுபடுத்தவோ,



படம் 19
சுழற்குழாய் (Vortex Tube)
1. காற்று நுழைவு 2. குளிர் காற்று
3. வெப்பக் காற்று 4. சுழல் அறை (Vortex Chamber)

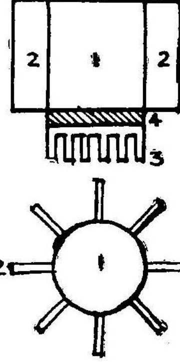
குளிர்விக்கவோ இயலும். இப் பொருள்கள் வெப்பமின் கூறுகள் (Thermo electric elements) எனப்படும். இக் கூறுகளை உரிய முறையில் அடுக்கி இருபுறமும் வெப்பம் கடத்தத் தேவை யான கடத்திகளைப் பொருத்தி வெப்ப அடுக்கு(Thermo battery) ஒன்று அமைக்கலாம். (படம் 20-அ) இந்த அடுக்கின் மூலம் மின்னோட்டம் செலுத்தப்படும்போது வெளிக் கடத்திகள் (1) சூடேற்றப்படும். இவ் வெப்பம் சுற்றுப்புறக் காற்றிற்குக் கடத்தப்படும். உள் கடத்திகள் (2) குளிர்விக்கப்பட்டுச் சுற்றுப் புறத்திலிருந்து வெப்பத்தைக் கவரும். குளிர்விக்கப்பட வேண்டிய அறையினுள் கூறுகள் 2ஐயும், அறைக்கு வெளியே கூறுகள் 1ஐயும் அமைத்தால், அறையிலுள்ள வெப்பம் சுற்றுப் புறத்திற்கு வெளியேற்றப்பட்டு அறைக் காற்றுக் குளிர் விக்கப்படும். இம் முறையைக் கொண்டு சிறிய வீட்டுக் குளிர் சாதனங்கள் (domestic refrigerators), பனிநிலை கண்டு பிடிக்கப் பயன்படும் கருவி (Hygrometer) வெற்றிடப் பம்புகளில்

(vacuum pumps) உபயோகப்படும் எண்ணெய் தடுப்புக் கருவி (Oil Trap) முதலிய சாதனங்கள் செய்யப்படுகின்றன.



படம் 20 (அ)
வெப்ப (மின்) அடுக்கு
(Thermo battery)

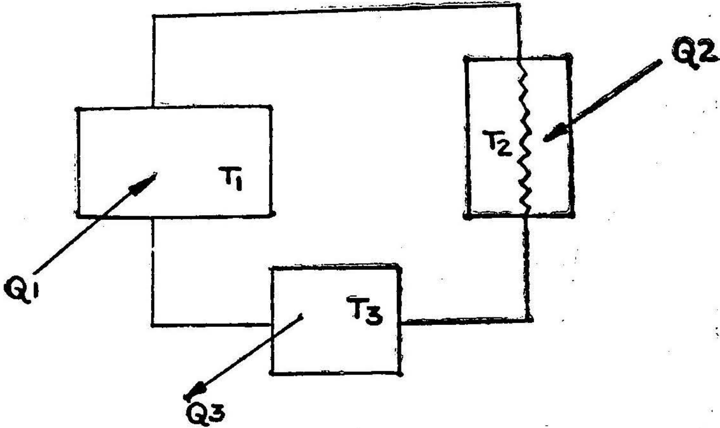
1. வெளிக்கடத்தி (External Radiator)
2. வெப்ப (மின்) கூறுகள் (Thermo elements)
3. உள்கடத்தி (Internal Radiator)



படம் 20 (ஆ)
வெப்ப மின்குளிர் சாதனம்.

1. வெளிக்கடத்தி உருளை
2. உருளையோடு இணைக்கப் பட்ட தகடுகள் (Fins)
3. உள் கடத்தி
4. வெப்ப (மின்) அடுக்கு

ஆவியிறுக்கச் சுழலைப் பகுத்து ஆய்வதற்குக் குளிரூட்டிகளின் வரைபடங்களும், T-ϕ வரை படங்களும் பயன்படும்.



படம் Z
ஆவி உறிஞ்சு சுழல்

பின் வரும் பயிற்சிகளில் இருவகைகளையும் காணலாம். வரைபடங்களில் குளிரூட்டியின் நிலைகளைக் குறித்துச் சுழலின் செயற்கெழு, குளிர்விளைவு, தேவைப்படும் குளிரூட்டியின் அளவு, குதிரைச் சக்தி ஆகியவற்றைக் கணக்கிடும் முறைகள் பயிற்சிகளில் விரிவாகக் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளன. ஆவி உறிஞ்சு சுழலைப் பகுப்பாய், கீழ்க்கண்ட முறை பயன்படும்.

ஆக்கியில் செலுத்தப்படும் வெப்ப அளவு $= Q_1$

வெப்பநிலை $= T_1$

ஆவியாக்கியில் வெப்பநிலை T_2-ல் Q_2 கவரப்படுகிறது. உறிஞ்சியில் T_3-ல் Q_3 வெளியேற்றப்படுகிறது. சாதனத்தின் மற்றப் பாகங்களில் வெப்ப மாற்றம் நிகழவில்லை எனக் கொண்டால்

$$Q_2 + Q_1 = Q_3 \qquad (1)$$

இவ்வாறு வெப்பமாற்றம் நிகழும் இம் மூன்று நிலைகளிலும் வெப்பநிலை மாறுதிருப்பதாகக் கொண்டால் சாதனத்தை முழுமையான மறிநிலைச் (perfectly reversible) சாதனமாகக் கருதலாம். ஆகவே, சுழலில் என்ட்ராபி மாற்றம் ஏற்படாது.

$$\frac{Q_1}{T_1} + \frac{Q_2}{T_2} = \frac{Q_3}{T_3} \qquad (2)$$

சாதனத்தின் செயற்கெழு $= \frac{Q_2}{Q_1}$

சமன்பாடுகள் 1, 2லிருந்து $\frac{Q_1}{T_1} + \frac{Q_2}{T_2} = \frac{Q_2}{T_3} + \frac{Q_1}{T_3}$

$$\therefore Q_2 \left[\frac{1}{T_2} = \frac{1}{T_3} \right] = Q_1 \left[\frac{1}{T_3} - \frac{1}{T_1} \right]$$

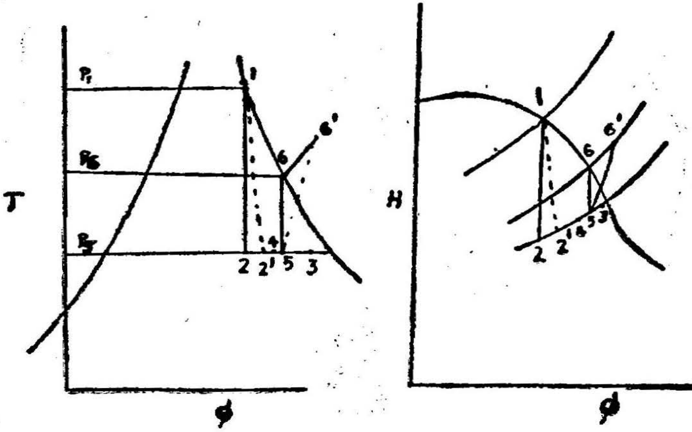
$$Q_2 = Q_1 \left[\frac{T_1 - T_3}{T_3 T_1} \right] \cdot \left[\frac{T_3 T_2}{T_3 - T_2} \right]$$

$$= Q_1 \frac{T_2}{T_1} \left[\frac{T_1 - T_3}{T_3 - T_2} \right]$$

$$\text{செயற்கெழு} = \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1} \left[\frac{T_1 - T_3}{T_3 - T_2} \right]$$

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1} \left[\frac{T_1 - T_3}{T_3 - T_2} \right]$$

நீராவிக் குளிருட்டல் :



படம் X
நீராவிக்குளிருட்டல்—சுழலின் வரைபடங்கள்

P_1 : இயக்கு நீராவியின் அழுத்தம்

P_6 : சுருக்கியில் ஆவியின் அழுத்தம்

P_5 : ஆவியாக்கி அல்லது விரிவு அறையில் ஆவியின் அழுத்தம்.

$P_2=P_3$: P_4 : P_5.

$W=$ 1 கிலோ, விரிவு அறையின் ஆவி ஏற்படத் தேவையான நீராவியின் அளவு—கிலோ கிராம்.

1, தொடக்க நீராவியின் நிலே.
1–2–சம என்ட்ராபி விரிவு.
1–2′–உள்ளபடியான விரிவு.
3, விரிவு அறையில் ஆவியின் நிலே.
4, விரிவு அறை ஆவியோடு கலக்குமுன் நீராவியின் நிலே.
5, கலவையின் நிலே.
5–6=நீராவி வெளியேற்று இறுக்கியில் (ejector) சம என்ட்ராபி இறுக்கம்.
5–6=உள்ளபடியான இறுக்கம்.
7=உள் நுழையும் நீரின் மொத்த வெப்பம்.

பீற்றுக்குழாய் திறன் =

$$\frac{\text{உள்ளபடியான மொத்த வெப்ப வேறுபாடு}}{\text{(இலட்சிய) சம என்ட்ராபி வேறுபாடு}}$$

$$\eta_n = \frac{H_1 - H_2'}{H_1 - H_2} \quad \text{———} (1)$$

பீற்றுக்குழாயினின்று வெளிவரும் நீராவி தனது அதிக வேகம் காரணமாக விரிவு அறையினின்று ஆவியைத் தன்னுடன் (தக்க வைத்து) சேர்க்கும் போது, தனது ஆற்றலில் ஒரு பகுதியை இழக்க நேரிடும். அவ்வாறு குறையும் ஆற்றல் தக்கவைக்கும் திறன் (entrainment efficiency) மூலம் கணக்கிடப்படுகிறது.

$$\text{இது } \eta_e = \frac{H_1 - H_4}{H_1 - H'} \quad \text{———} (2)$$

பின் இவ்வாருன ஆவிக் கலவை இறுக்கப் (ejector-ல்) பட்டுச் சுருக்கியை அடைகிறது. இறுக்கியின் இறுக்குத் திறன்

$$\eta_c = \frac{H_6 - H_5}{H_6' - H_5} \text{ ஆகும்} \quad \text{———} (3)$$

ஆற்றலின் அளவுமாருத் தன்மையைக் (Conservation of energy) கருதி (தேவைப்படும்) இறுக்கவேலை = கிடைக்கும் ஆற்றல்.

$$\text{கிடைக்கும் ஆற்றல்} = W(H_1 - H_4)$$

$$\text{இறுக்க வேலை} = (W+1)(H_6' - H_5)$$

$$\therefore (W+1)(H_6' - H_5) = W(H_1 - H_4)$$

$$\text{(3)லிருந்து } H_6' - H_5 = \frac{H_6 - H_5}{\eta_c}$$

$$\text{(2)லிருந்து } H_1 - H_4 = \eta_e (H_1 - H_2')$$

$$\text{(1)லிருந்து } H_1 - H_4 = \eta_e \times \eta_n (H_1 - H_2)$$

$$\therefore (W+1)\frac{H_6 - H_5}{\eta_c} = W \times \eta_n \times \eta_e (H_1 - H_2)$$

$$\therefore W = \frac{H_6 - H_5}{\left[\eta_n \times \eta_e \times \eta_c (H_1 - H_2) - (H_6 - H_5)\right]}$$

உள்நுழையும் (விரிவு அறையினுள்) நீர், தொடக்க நிலையிலிருந்து விரிவு அறையில் ஆவியாக்கப்படுவதால், குளிர் விளைவு $=(H_3 - h_7)$ 1 கிலோ. ஆவியாகும் நீரின் அளவும் உள்நுழையும் நீரின் அளவும் சமம். எனவே, ஒரு கிலோ ஆவி

விரிவு அறையினின்றும் வெளியேற குளிர்விளைவு$=(H_3-h_7)$ சாதனத்தின் மொத்தக் குளிர் அளவு T டன் ஆனால் விரிவு அறையில் ஏற்படும் ஆவி $\frac{50\ T}{(H_3-h_7)}$ கிலோ/நிமிடம்

தேவைப்படும் நீராவியின் அளவு$=\frac{50\ T}{(H_3-h_7)}\times W$

உதாரணம் 3·1:

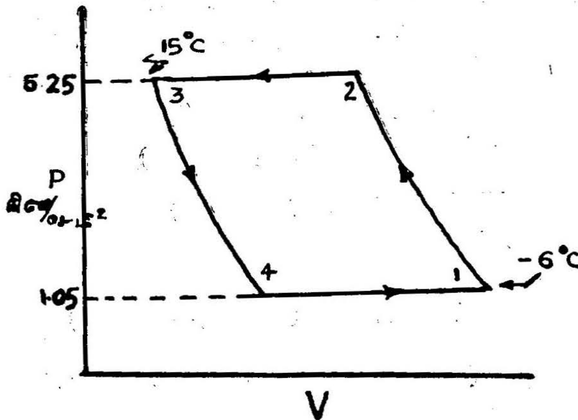
ஒரு காற்றுக் குளிர்சாதனப் பொறியில் (Air refrigerating machine) குளிர் அறையினின்று—6°C வெப்ப நிலையிலும், வளி அழுத்தம் (Atmospheric pressure) 1·05 கி/செ.மீ^{2}யிலும் காற்று இழுக்கப்பட்டு என்ட்ராபி மாறுமல் 5·25 கி/செ. மீ^{2} அழுத்தத்திற்கு அழுத்தப்படுகிறது. இந்த அழுத்தத்தில் 15°Cக்குக் குளிர வைக்கப்படுகிறது. பின் என்ட்ராபி மாறுமல் விரிவாக்கப் பட்டுக் குளிர் அறைக்குச் செல்கின்றது.

1. ஒரு கிலோகிராம் காற்றுக்குத் தேவைப்படும் வேலை (Work),

2. ஒரு கிலோகிராம் காற்றுக் குளிர் அறையினின்று வெளியேற்றும் வெப்பம்,

3. செயற்கெழு

ஆகியவற்றைக் கணக்கிடுக.



படம் 21

படத்தினின்று, $T_1 = 273-6 = 267°k$

$P_1 = 1·05$ கி/ செ. மீ²

$P_2 = 5·25$ கி/ செ. மீ²

$T_3 = 273+15 = 288°k$

$$P_2/P_1 = \frac{5·25}{1·05}$$

$$T_2/T_1 = \left(\frac{5·25}{1·05}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = (5)^{\frac{1·41-1}{1·41}} = 1·596$$

$$T_2 = 276 \times 1·596 = 425°k$$

$$T_3/T_4 = 1·596 \quad T_4 = \frac{288}{1·596} = 180·5°k$$

குளிர் அளவு அல்லது குளிர் அறையினின்று வெளியேற்றப் பட்ட வெப்பம் $= WCp\ (T_1-T_4)$
$= 0·24\ [267-180·5]$
$= 20·7$ கி. காலரி/கி

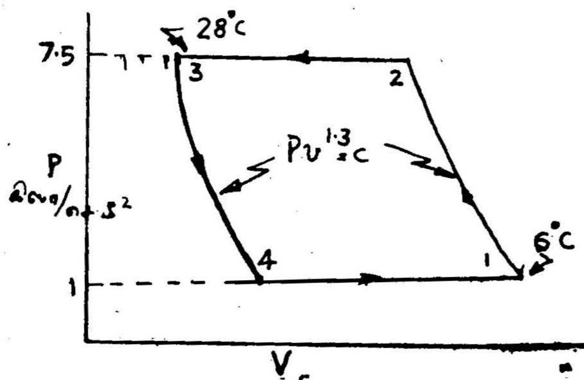
சுருக்கியில் தள்ளப்பட்ட வெப்பம் $= WCp\ [T_2-T_3]$
$= 0·24(425-288)$கி. காலரி/கி.
$= 32·9$ கி. காலரி/கி.

நிகர வேலை $(W) = 32.9-20·7 = 12·2$ கி. காலரி/கி.

செயற்கெழு $= \frac{20·7}{12·2} = 1·699$

உதாரணம் 3·2 :

திருப்பு ஜூல் (Reversed Joule) அல்லது பெல்கோல்மன் சுழலில் இயங்கும் ஒரு காற்றுக் குளிர்சாதனப் பொறி



படம் 22

1, 7·5கி/செ.மீ² ஆகிய ஈரழுத்தங்களிடையே இயங்குகின்றது. இறுக்கியின்உட்புகும் காற்றின் வெப்பநிலை 6°C; அழுத்தப்பட்ட பின் காற்று 28°Cக்குக் குளிர்விக்கப்பட்டு விரிவு உருளையினுள் (Expansion Cylinder) செலுத்தப்படுகிறது. விரிவும், அழுத்தமும் $Pv^{1\cdot3}=C$ என்ற முறையில் நடைபெறுகின்றன. சுழலின் செயற்கெழுவைக் காண்க. (படம் 22)

$Cp=0.24$ $Cv=0\cdot17$

ஒரு கிலோகிராம் காற்றுக் குளிர்

$T_1=273+6=279°k$

$T_3=273+28=301°k$

$R=Cp-Cv=0\cdot24-0\cdot17=0\cdot07$ கி.காலரி/கி.°C

$$T_2 / T_1 = (7\cdot5)^{\frac{n-1}{n}} = 7\cdot5^{\frac{0\cdot3}{1\cdot3}} = 1\cdot592$$

$T_2=279\times1\cdot592=444°k$

மேலும், $\frac{T_3}{T_4}=1\cdot592$ ஆகவே, $T_4=\frac{301}{1.592}=189°k$

$$\text{வேலை} = W = \frac{n}{n-1}\left[\left(P_2V_2-P_1V_1\right)-\left(P_3V_3-P_4V_4\right)\right]$$

$$=\frac{n}{n-1}\,wR\quad(T_2-T_1)-(T_3-T_4)$$

ஒரு கிலோகிராம் காற்றுக்கு

$$\text{வேலை}=\frac{n}{n-1}R\left[(T_2-T_1)-(T_3-T_4)\right]$$

$$=\frac{1.3}{0.3}\times0\cdot07\quad\left[(444-279)-(301-189)\right]$$

$$=\frac{0\cdot091}{0\cdot3}\times53$$

$=17\cdot48$ கி. காலரி

குளிர் விளைவு $N=Cp\,(T_1-T_4)$

$=0\cdot24\,(279-189)$

$=21\cdot6$ கி. காலரி

செயற்கெழு $=\frac{21\cdot6}{17\cdot48}=\underline{1\cdot235}$

குளிர் நீருக்குத் தள்ளப்பட்ட வெப்பம்

$=Cp\,(T_2-T_3)$

$=0\cdot24\,[444-301]$

$=34\cdot3$ கி. காலரி.

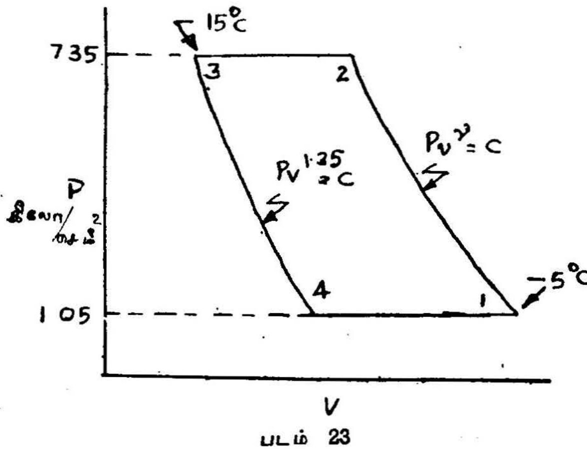
உதாரணம் 3·3 :

ஒரு காற்றுக் குளிர் சாதனப் பொறியில் இறுக்கியின் உருளையினுள் (Cylinder) வளி அழுத்தம் 1·05 கி/செ.மீ² யிலும் வெப்பநிலை—5°Cயிலும் காற்று இழுக்கப்பட்டு என்ட்ராபி மாருமல் 7·35 கி/செ. மீக்கு அழுத்தப்பட்டுப் பின் அவ் வழுத்தத்தில் 15°Cக்குக் குளிர்விக்கப்படுகிறது. ஒரு விரிவு உருளையில் வளியழுத்தத்திற்கு விரிவாக்கப்பட்டுக் குளிர் அறையினுள் செலுத்தப்படுகிறது. விரிவின் விதி $Pv^{1.35}=C$ யென்ருல்

1. ஒரு கிலோகிராம் காற்றிற்குத் தேவைப்படும் வேலை
2. குளிர் அறையினின்று அகற்றப்பட்ட வெப்பம்
3. சாதனத்தின் செயற்கெழு இவற்றைக் கண்டுபிடிக்க, காற்றிற்கு :

$\gamma = 1{\cdot}4$ $R=29{\cdot}3$ கி.மீ/கி.°C $\quad C_p=0{\cdot}24$

$T_1 = 268°k$



படம் 23

$T_3 = 288°k$

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

$$T_2 = T_1 \left[\frac{7{\cdot}35}{1{\cdot}05}\right]^{\frac{1{\cdot}4-1}{1{\cdot}4}} = 268\times 1{\cdot}745$$

$$= 467°k$$

$$\frac{T_3}{T_4} = \left(\frac{P_3}{P_4}\right)^{\frac{n-1}{n}} = 7^{\frac{0\cdot35}{1\cdot35}}$$

$$= 1\cdot655$$

$$T_4 = \frac{288}{1\cdot655} = 174°k$$

இறுக்கியில் செய்யப்படும் வேலை

$$= \frac{R}{J}\left[\frac{\gamma}{\gamma-1}\right]\left[(T_2-T_1)\right]$$

$$= \frac{29\cdot3}{427} \times \frac{1\cdot4}{0\cdot4} \times (467-268)$$

= 47·7 கி. காலரி/கி

விரிவாக்கியில் செய்யப்படும் வேலை

$$= \frac{R}{J}\left[\frac{n}{n-1}\right](T_3 - T_4)$$

$$= \frac{29\cdot3}{427} \times \frac{1\cdot35}{0\cdot35} \times (288-174)$$

= 30·2 கி. காலரி/கி

தேறிய வேலை = 47·7—30·2

= 17·5 கி. காலரி

குளிர் அறையினின்று அகற்றப்படும் வெப்பம்

$$= Cp\left[T_1 - T_4\right]$$

$$= 0\cdot24 \; (288 - 174)$$

= 22·55 கி. காலரி

$$\text{செயற்கெழு} = \frac{22\cdot55}{17\cdot5}$$

$$= \underline{1\cdot29}$$

உதாரணம் 3·4:

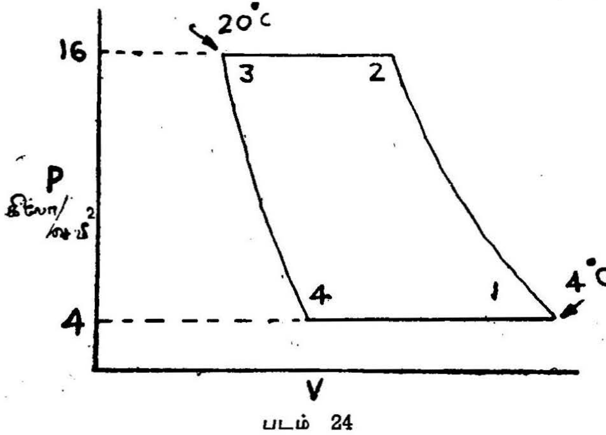
ஒரு காற்றுக் குளிர்சாதனப் பொறி ஒரு நிமிடத்தில் 500 கி. காலரி வெப்பத்தை அகற்றப் பயன்படுகிறது. விரிவு, இறுக்கி உருளைகள் இருவழி செயல்படுவன. (Expansion and Compression Cylinders are double acting) இரண்டிலும் அழுத்தங்கள் ஏறக்குறைய 4 கி/செ. மீ², 16 கி/செ. மீ² என்ற அளவில் உள்ளன. இறுக்கி, காற்றை 4°C-ல் உள்ளீற்று அழுத்தி குளிர்விக்கப்பட்டபின் விரிவு உருளையினுள் 20°C-ல்செலுத்துகின்றது. இறுக்கி, விரிவாக்கி ஆகியவற்றின் பொறிதிறன் (Mechanical

efficiency) 85% வேகம் நிமிடத்திற்கு 250 சுழல் வீச்சு (Stroke) =25 செ. மீ.

கீழ்க் கண்டவற்றைக் கணக்கிடு :

1. சாதனம் இயங்கத் தேவையான குதிரைச் சக்தி
2. விரிவு இறுக்கி உருளைகளின் விட்டம் (Bore-Cylinder diameter)
3. 0°Cயிலிருந்து அதே வெப்பநிலையில் ஆக்கப்படும் பனி டன் அளவு (ice tonnage)

பனியின் உள்ளுறை வெப்பம்=80 கி.காலரி காற்றின் $\gamma = 1{\cdot}4$



படம் 24

$$\frac{P_2}{P_1} = 4$$

$T_1 = 277°k \qquad T_3 = 293°k$

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = 4^{\frac{0{\cdot}4}{1{\cdot}4}} = 1{\cdot}487$$

$$T_2 = 277 \times 1{\cdot}487 \qquad = 412°k$$

$$\frac{T_3}{T_4} = 1{\cdot}487 \therefore T_4 \qquad = \frac{293}{1{\cdot}487} = 197°k$$

குளிர் விளைவு $= Cp\ (T_1 - T_4)$

$= 0{\cdot}24\ (277 - 197)$

$= 19{\cdot}2$ கி.காலரி

காற்றின் அளவு $= \frac{500}{19{\cdot}2} = 26$ கி/நிமிடம்

இறுக்க வேலை (Work of Compression)

$= Cp\ [T_2 - T_1]$

உள்ளபடி வேலை = (Actual Work)

$= \frac{Cp\ (T_2 - T_1)}{\eta}$

$= \frac{0\cdot24\ [412 - 277]}{0\cdot85}$

$= 38\cdot1$ கி. காலரி

விரிவு வேலை (Work of Expansion)

$= Cp\ (T_3 - T_4)$

உள்ளபடி வேலை $= Cp\ (T_3 - T_4) \times \eta$

$= 0\cdot24\ [293 - 197] \times 0\cdot85$

$= 19\cdot58$ கி. காலரி

நிகர வேலை (Net work) $= 38\cdot1 - 19\cdot58$

$= 18\cdot52$ கி. காலரி/கி

மொத்த வேலை $= 18\cdot52 \times$ காற்றின் அளவு

$= 18\cdot52 \times 26$ கி. காலரி/நிமிடம்

$= n$

குதிரைச் சக்தி $= \frac{18\cdot52 \times 26 \times 60}{632}$

$= \underline{45.8}$

$V_1 = \frac{mRT_1}{P_1} = \frac{26 \times 29\cdot3 \times 277}{4 \times 104}$

$= 5\cdot27$ மீ³

$2 \times \frac{\pi}{4} \times D^2 \times L \times N = 5\cdot27$

$N = 250$; $L = 25$ செ.மீ.

விட்டம் $D = 21$ செ.மீ.

$V_4 = \frac{mRT_4}{P_1} = \frac{26 \times 29\cdot3 \times 197}{4 \times 10^4}$

$= 3\cdot75$

$2 \times \frac{\pi}{4} \times D^2 \times L \times N = 3\cdot75$

$D = 15\cdot8$ செ.மீ.

பனி டன் அளவு : $\frac{500 \times 60 \times 24}{80 \times 1000} = 9$ டன்/நாள்.

உதாரணம் 3·5 :

அம்மோனியாவைக் கொண்டு இயங்கும் ஒரு குளிர்ச் சாதனம்—20°C, 30°C என்ற வரம்பு வெப்ப நிலைகளுக்கிடையே (Limiting temperatures) இயங்குகிறது. இறுக்கம் என்ட்ராபி மாறு (Isentropic) முறையிலும், விரிவு வால்வின் வழி நிகழ் கிறது: மிகைக் குளிர்தல் (under cooling) இல்லை. இறுக்கத் தின் இறுதியில் ஆவி உலர்ந்த நிலையிலிருப்பதாகக் கொண்டு

1. சாதனத்தின் செயற்கெழு (coefficient of performance).
2. மணிக்கு 25,000 கிலோ காலரி வெப்பம் நீக்கத் தேவையான குதிரைச் சக்தி ஆகியவற்றைக் கணக் கிடுக. கீழ்க் காணும் அட்டவணையில் தேவையான அம்மோனியாவின் தன்மைகள் தரப்பட்டுள்ளன.

தெவிட்டிய வெப்பநிலை	என்ட்ராபி (Entropy)		மொத்தவெப்பம் (Enthalpy)	
	திரவம்	ஆவி	திரவம்	ஆவி
—20°C	0·9117	2·1710	78·17	395·46
30°C	1·1167	2·0191	138·84	407·43

b-ல் என்ட்ராபியும் a-ல் என்ட்ராபியும் சமம்.

$$2{\cdot}0191 \qquad = 0{\cdot}9117 + x\left[\frac{L}{T}\right]$$

x : உலர் விகிதம் (Dryness Fraction), 253°k-ல்

L : உள்ளுறை வெப்பம் 253°k-ல் (395·46—78·17=317·29)

T: 253°k

$\therefore\ x = 0{\cdot}882$

a-ல் மொத்த வெப்பம் = 78.17+0·882×317·29

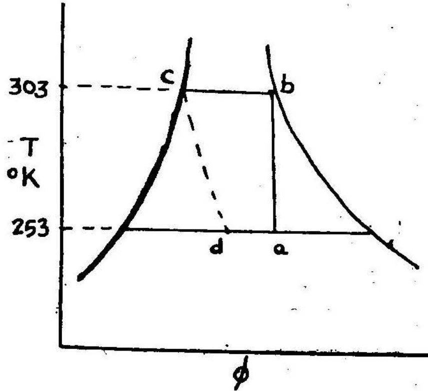
= 356·67 கிலோ காலரி/கிலோ

d-ல் மொத்த வெப்பம் = c-ல் மொத்த வெப்பம்

= 133·84 கிலோ காலரி/கிலோ

குளிர் விளைவு 'N' $= 356\cdot67 - 133\cdot84$

$= 222\cdot83$ கிலோ காலரி/கிலோ



படம் 25

வேலையளவு (Work done) W $= 407\cdot43 - 356\cdot67$

$= 50\cdot76$ கிலோகாலரி/கிலோ

செயற்கெழு $= \frac{N}{W} = \frac{222\cdot83}{50\cdot76} = 4\cdot39$

அகற்றப்படும் வெப்பம் $= 25000$ கிலோகாலரி/மணி

வேலையளவு $= \frac{25000}{222\cdot83} \times 50\cdot76$ கிலோகாலரி/மணி

1 டன்னுக்கான குதிரைச் சக்தி $= \left[\frac{50\cdot76}{222\cdot83}\right]\left[\frac{427}{4500}\right] 50$

{ இதில் 1 குதிரைச் சக்தி 4500 கி. மீ. வேலை
1 கிலோ காலரி = 427 கி. மீ.
1 டன் = 50 கிலோ காலரி/ நிமிடம். }

1 மணிக்குத் தேவையான குளிர் $= 25000$ கிலோ காலரி

அல்லது $= \frac{25000}{50 \times 60}$ டன்.

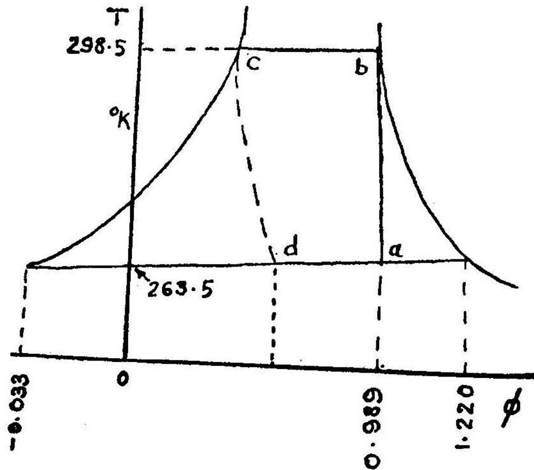
∴ தேவையான குதிரைச் சக்தி $= \left[\frac{50\cdot76}{222\cdot83}\right]\left[\frac{427}{4500}\right] 50 \left(\frac{25000}{50 \times 60}\right)$

$= \underline{9\cdot02}$

உதாரணம் 3·6 :

ஒரு குளிர் சாதனம் 0°C வெப்ப நிலையிலுள்ள நீரை அதே வெப்பநிலையில் பனிக்கட்டியாக ஒரு நாளில் 44 டன் என்ற அளவில் மாற்றும் ஆற்றலுடையது. ஆவியாக்கியில் குளிரூட்டியின் வெப்ப நிலை—9·5°C இறுக்கியினின்று சுருக்கியை அடையும் வாயு 25·5°Cயிலும் 0·8 உலர் விகிதத்திலும் உள்ளது. இலட்சிய செயற்கெழுவின் மதிப்பில் 50% வீதம் உள்ளபடியான செயற்கெழுவாகக் கொண்டு சாதனத்தை இயக்கத் தேவைப்படும் குதிரைச் சக்தியைக் கணக்கிடுக. கீழ்க்காணும் அட்டவணையைப் பயன்படுத்தலாம்.

வெப்பநிலை°C	மொத்த வெப்பம்		என்ட்ராபி	
	திரவம்	ஆவி	திரவம்	ஆவி
— 9·5	— 8·02	322	—0·033	1·220
25·5	24·00	294	0·083	0·989



படம் 26

a-ல் என்ட்ராபி = b-ல் என்ட்ராபி

$$= 0·083+0·8 \; [0·989 — 0·083]$$
$$= 0·8078$$
$$0·8078 = —0·033 + x \left[1·22—(—0·033) \right]$$
$$x = 0·67$$

a-ன் மொத்த வெப்பம் $= -8.02 + 0.67\,[322 + 8.02]$

$= 212.98$ கிலோ காலரி

c-ன் மொத்த வெப்பம் = d-ன் மொத்த வெப்பம்

= 24 கிலோ காலரி

இலட்சிய செயற்கெழு = Theoretical C. O. P.

$= \frac{212.98 - 24}{240 - 212.98}$

$= 7$

உள்ளபடியான செயற்கெழு = Actual C. O .P.

$= 3.5$

தேவையான குளிர் விளைவு $= \frac{44 \times 1000 \times 80}{24 \times 60}$ கிலோ காலரி/நிமிடம்

$= 2440$ கிலோ காலரி/நிமிடம்

தேவையான குதிரைச் சக்தி $= \frac{2440 \times 427}{3.5 \times 4500}$

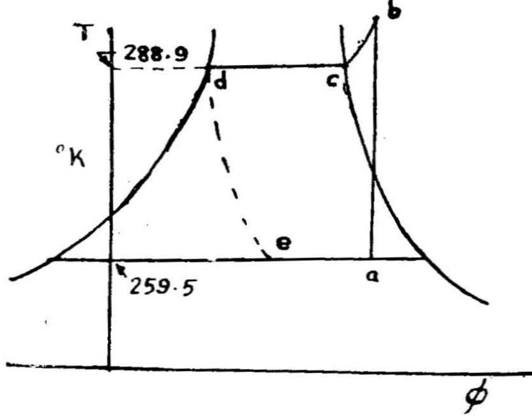
$= 66$

உதாரணம் 3·7 :

ஒரு கரியமிலவாயு குளிர்சாதனத்தின் அழுத்த வரம்புகள் 50823 கி/செ.மீ² பெருக்கம் விரிவு வால்வின்மூலம் நிகழ்கிறது. இறுக்கி உருளையினின்று (Compressor Cylinder) நீங்கும் ஊடகத்தின் வெப்பநிலை 28°C. வெப்பமாற்றிடற்ற இறுக்கத்தைக் கொண்டு, பொறியின் இலட்சிய செயற்கெழுவைக் காண்க. கரியமிலவாயுவின் தன்மைகள் வருமாறு:

அழுத்தம் (கி/செ.மீ²)	வெப்பநிலை °C	மொத்த வெப்பம்		என்ட்ராபி	
		திரவம்	ஆவி	திரவம்	வெப்ப எண்
50 23	15·9 —13·5	11·15 — 5·98	52·92 57·29	0·035 —0·025	0·485 —

a, b-ல் என்ட்ராபி சமம்.



படம் 27

b-ல் என்ட்ராபி $=0{\cdot}035+\left(\frac{41{\cdot}77}{288{\cdot}9}\right)+C_p \log_e \frac{301}{288{\cdot}9}$

$=0{\cdot}1995$

a-ல் என்ட்ராபி $=-0{\cdot}025+x\left(\frac{63{\cdot}27}{259{\cdot}5}\right)$

$=-0{\cdot}025+0{\cdot}0244$

$x\ =0{\cdot}921$

a-ல் மொத்த வெப்பம் $=-5{\cdot}98+0{\cdot}921\times63{\cdot}27$

$=51{\cdot}27$ கிலோ காலரி/கிலோ

குளிர் விளைவு 'N' $=51{\cdot}15-11{\cdot}15$

$=40{\cdot}12$ கிலோ காலரி/கிலோ

b-ல் மொத்த வெப்பம் $=52{\cdot}92+0{\cdot}485\ (301-288{\cdot}9)$

$=58{\cdot}789$ கிலோ காலரி/கிலோ

வேலை 'W' $=58{\cdot}789-51{\cdot}27$

$=7{\cdot}519$ கிலோ காலரி/கிலோ

செயற்கெழு $\frac{N}{W}=\frac{40{\cdot}12}{7{\cdot}519}$

$=5{\cdot}29$

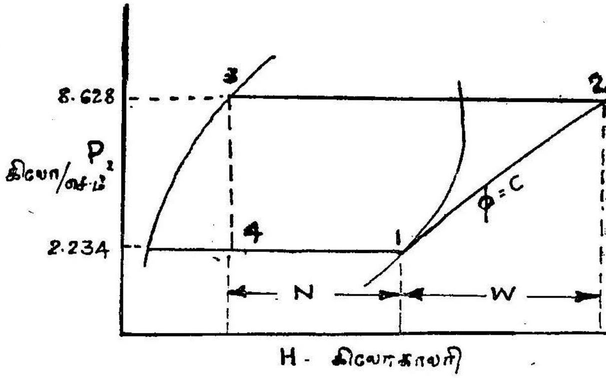
உதாரணம் 3·8 :

ஒரு ஃப்ரீயான்—12 குளிர் சாதனத்தின் சுருக்கி, ஆவியாக்கி ஆகியவற்றின் வெப்பநிலைகள் முறையே 35°C,—10°C ஆகும்.

சாதனம் 10 டன் குளிர்ச்சியை ஏற்படுத்தத் தேவையான ஆற்றல் (குதிரைச் சக்தியில்) குளிருட்டி பாயும் அளவு (Refrigerant flow rate) குளிருட்டியின் (1 கிலோகிராம்) குளிர் விளைவு, சாதனத்தின் செயற்கெழு ஆகியவற்றைக் காண்க. மிகைச் சூடுபடுத்தலும், மிகைக் குளிர்வித்தலும் இல்லையெனக் கொள்க.

சுழல் படத்தில் குறிக்கப்பட்டுள்ளது.

∴ப்ரீயான்—12 அழுத்தம்—மொத்த வெப்பம் வரை படத்திலிருந்து,



படம் 28

$h_1 = 135 \cdot 80$ கிலோ காலரி/கிலோ

$h_2 = 141 \cdot 6$ கிலோ காலரி/கிலோ

$h_3 = h_4 \quad = 108 \cdot 2$ கிலோ காலரி/கிலோ

குளிர் விளைவு $= h_1 - h_4 = \underline{27 \cdot 60}$ கிலோ காலரி/கிலோ

குளிருட்டி அளவு $= \frac{10 \times 50}{27 \cdot 60} = \underline{18 \cdot 1}$ கிலோ/நிமிடம்

இறுக்கி வேலையளவு $= h_2 - h_1 = 5 \cdot 8$ கிலோ காலரி/கிலோ

குதிரைச் சக்தி $= \frac{5 \cdot 8 \times 18 \cdot 1 \times 427}{4500}$

$= 9 \cdot 95$

செயற்கெழு $= \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} = \frac{27 \cdot 6}{5 \cdot 8}$

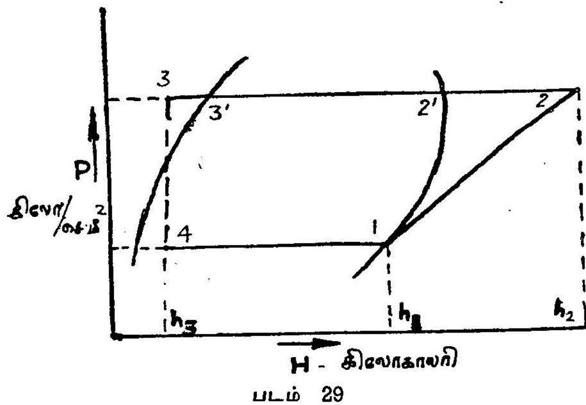
$= \underline{4 \cdot 76.}$

உதாரணம் 3·9 :

ஒரு ஃப்ரீயான்—12 குளிர்சாதனம் இயங்கும்போது கீழ்க் கண்ட நிலைகள் காணப்பட்டன. ஆவியாக்கியின் அழுத்தம் : 1·5 கிலோ/செ.மீ². சுருக்கியில் அழுத்தம் : 8 கிலோ/செ.மீ². நீர்மம் விரிவாக்கப்படுமுன் 20°Cக்கு மிகைக் குளிர்விக்கப்படுகிறது. இறுக்குமுன் மீச்சூடுபடுத்துதல் இல்லை. பிஸ்டன் பெயர்ச்சி, ஆற்றல் தேவை ஆகியவற்றைக் கணக்கிடுக-

குளிர் ஆற்றல் : 5 டன் பரும திறன் (Volumetric efficiency) =75%

சுழலைப் படத்தில் காண்க.



படம் 29

ஃப்ரீயான்—12 அழுத்தம்—மொத்த வெப்பம் வரை படத்திலிருந்து

h_1=134·6 கிலோகாலரி/கிலோ

h_2=141·8 கிலோ காலரி/கிலோ

h_3=104·8 கிலோ காலரி/கிலோ

நிறையலகு பருமம் (Specific Volume)—1-ல்=0·113மீ³/கிலோ

குளிர் விளைவு=134·6—104·8=29·8 கிலோ காலரி/கிலோ.

குளிரூட்டி எடை அளவு $=\frac{5\times50}{29\cdot8}=$ 8·38 கிலோ/நிமிடம்

இலட்சிய பிஸ்டன் பெயர்ச்சி,

=0·113×8·38=0·9637மீ³/நிமிடம்

உள்ளபடியான பிஸ்டன் பெயர்ச்சி

$$=\frac{0{\cdot}9637}{0{\cdot}75}=1{\cdot}285\text{மீ}^3/\text{நிமிடம்}$$

வேலை $=h_2-h=141{\cdot}8-134{\cdot}6=7{\cdot}2$ கிலோ காலரி/கிலோ

$$\text{குதிரைச் சக்தி}=\frac{7{\cdot}2\times8{\cdot}38\times427}{4500}=\underline{5{\cdot}73}$$

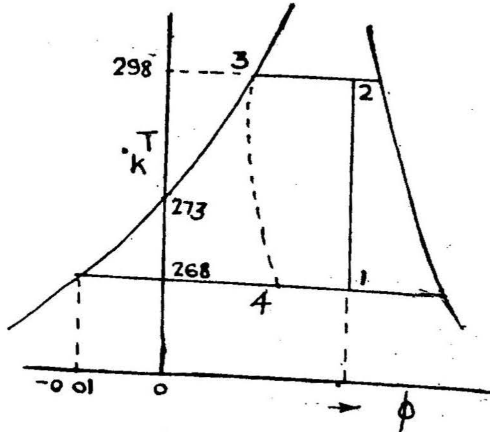
உதாரணம் 3·10:

ஒரு கரியமிலவாயுப் பொறியின் அழுத்த வரம்பு 65·38 கிலோ/செ·மீ², 30·93 கிலோ/செ.மீ² ஆகும். உள்ளீர்க்கப் படும் வாயுவின் உலர் எண் (Dryness Fraction)=0·62. மிகைக் குளிர்வித்தல் இல்லை. கீழ்க்காணும் (வாயுவின்) தன்மைகளைக் கொண்டு சாதனத்தின் ஊகக்கோட்பாட்டுச் செயற்கெழுவைக் காண்க.

வெப்பநிலை °C	அழுத்தம் கி./செ. மீ²	திரவ வெப்பம் கி. காலரி/கி.	உள்ளுறை வெப்பம் கி. காலரி/கி.	திரவ என்ட்ராபி
25	65·38	19·4	29	0·06
— 5	30·39	— 1·8	58·6	—0;01

1-ல் என்ட்ராபி=2-ல் என்ட்ராபி.

$$-0{\cdot}01+0{\cdot}62\left[\frac{58{\cdot}6}{268}\right]=0{\cdot}06+x_2\left[\frac{29}{298}\right]$$



x_2 இறுக்கத்திற்குப் பின் உலர் எண்,

$\therefore x_2 = 0{\cdot}673$

1-ல் மொத்த வெப்பம் $= -1{\cdot}8 + 0{\cdot}62 \times 58{\cdot}6$

$= 34{\cdot}53$ கிலோ காலரி/கிலோ

2-ல் மொத்த வெப்பம் $= 19{\cdot}4 + 0{\cdot}673$ [29]

$= 38{\cdot}92$ கிலோ காலரி/கிலோ.

3-ல் மொத்த வெப்பம் = 4-ல் மொத்த வெப்பம்.

$= 19{\cdot}4$ கிலோ காலரி/கிலோ.

குளிர் விளைவு = 1-ல் மொத்த வெப்பம் — 4-ல் மொத்த வெப்பம்.

$= (34{\cdot}53 - 19{\cdot}4)$

$= 15{\cdot}13$ கிலோ காலரி/கிலோ

வேலை = 2-ல் மொத்த வெப்பம் — 1-ல் மொத்த வெப்பம்

$= 38{\cdot}92 - 34{\cdot}53$

$= 4{\cdot}39$ கிலோ காலரி/கிலோ

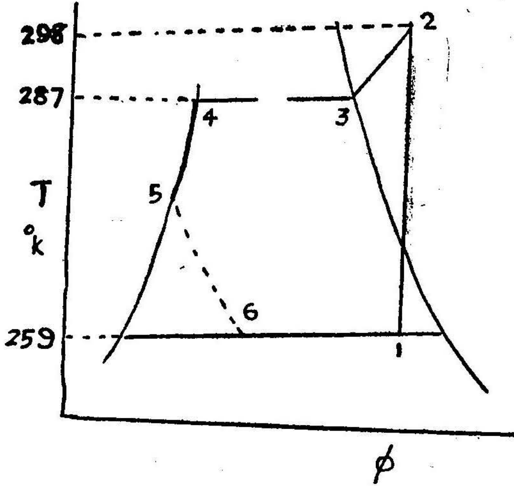
செயற்கெழு $= \frac{15{\cdot}13}{4{\cdot}39} = 3{\cdot}45$

உதாரணம் 3·11 :

ப்ரீயான் குளிரூட்டியாக உள்ள ஒரு குளிர்சாதனத்தின் அழுத்த வரம்பு 1·86; 4·862 கிலோ/செ.மீ² ஆகும். இறுக்கத்திற்குப்பின் ஆவி மீச்சூடுபட்டு 25°C-ல் உள்ளது. நீர்மம் 10°Cக்குக் குளிர்விக்கப்பட்டு ஊசிவாய்ப் பெருக்கமாக விரிவடைகிறது. இறுக்கத்திற்கு முன் ஆவி 93% உலர்ந்த நிலையிலுள்ளது. கீழ்க்காணும் தன்மைகளைக்கொண்டு சாதனத்தின் செயற்கெழு, குளிரூட்டியின் ஒரு கிலோ ஏற்படுத்தும் குளிர் விளைவு ஆகியவற்றைக் காண்க.

அழுத்தம் கிலோ/செ.மீ²	தெவிட்டிய வெப்பநிலை °C	திரவ வெப்பம் கி. காலரி/கி.	உள்ளுறை வெப்பம் கி. காலரி/கி.
1·86	—15°C	96·72	38·57
4·862	14	103·18	35·32

மீச் சூடுபட்ட ஆவியின் சம அழுத்த வெப்ப எண்=0·154
நீர்மத்தின் வெப்ப எண்=0·23



படம் 31

1-ல் மொத்த வெப்பம் 'H_1'=96·72+0·93 [38·57]
=132·59 கிலோ காலரி/கிலோ
2-ல் மொத்த வெப்பம் H_2=103·18+35·32+0·154 [25−14]
=140·194 கிலோ காலரி/கிலோ
5-ல் மொத்த வெப்பம் H_5=H_4−0·23 [14—10]
=103·18−0·92
=102·26 கிலோ காலரி/கிலோ

$$H_5 = H_6$$

குளிர் குலைவு 'N'=H_1-H_6=132·59−102·26
=30·33 கிலோ காலரி/கிலோ
இறுக்கவேலை 'W'=H_2-H_1=140·194−132·59
=7·604 கி. காலரி/கிலோ

$$\text{செயற்கெழு}=\frac{N}{W}=\frac{30\cdot33}{7\cdot604}=3\cdot99$$

உதாரணம் 3·12:

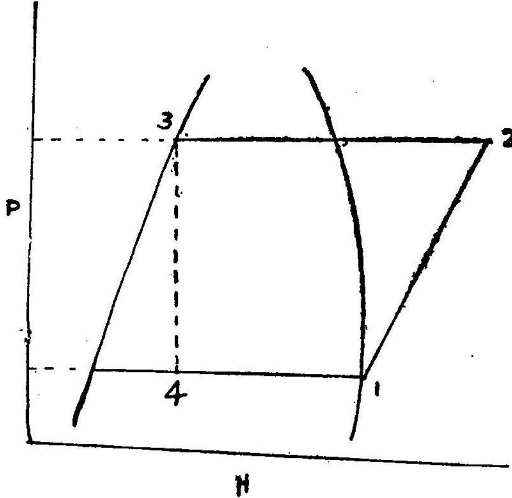
அம்மோனியா குளிர்சாதனம் 0°C-ல் உள்ள நீரிலிருந்து நாளொன்றுக்கு 25 டன் வீதம் பனிக் கட்டியைத் தயார் செய்

கிறது. இறுக்கியின் வெப்பநிலை வரம்பு 25°Cயிலிருந்து —15°Cவரையாகும். இறுக்கத்திற்குப் பின் ஆவி உலர்ந்த தெவிட்டிய நிலையிலுள்ளது. பெருக்கம் விரிவு வால்வில் நிகழும். சாதனத்தின் உண்மையான செயற்கெழு ஊகக் கோட்பாட்டின் மதிப்பில் 80% ஆகக்கொண்டு *P–H* வரைபடத்தின் உதவியோடு சாதனத்தை இயக்கத் தேவையான ஆற்றலைக் கணக்கிடுக. பனியின் உள்ளுறை வெப்பம் =80 கிலோ காலரி/கிலோ.

அம்மோனியா அழுத்தம்—மொத்த வெப்பம் வரைபடத்திலிருந்து $H_1=397$ கிலோ காலரி/கிலோ

$H_2=446$ கிலோ காலரி/கிலோ

$H_3=H_4=128$ கிலோ காலரி/கிலோ



படம் 32

பனி உண்டாக்கக் கவரப்படும் உள் வெப்ப அளவு =80 கி. காலரி/கிலோ

$=\frac{25\times1000\times80}{24\times60}$ கி. காலரி/நிமிடம்

$=1390$ கி. காலரி/நிமிடம்

குளிர் விளைவு $=H_1-H_4$

$=397-128$

$=269$ கிலோ காலரி/கிலோ

வேலை $=H_2-H_1$

$=446-397$

$=49$ கிலோ காலரி/கிலோ

செயற்கெழு $=\frac{269}{49}=5\cdot5$

உள்ளபடியான செயற்கெழு$=5\cdot5\times0\cdot8=4\cdot4$

செய்யப்படும் வேலை $=\frac{1390}{4\cdot4}$

$=316$ கிலோ காலரி/நிமிடம்

தேவைப்படும் ஆற்றல் $=\frac{316\times427}{4500}$

$=30$ குதிரைச் சக்தி.

நீராவிப் பீற்றுக் குளிர்சாதனம் ஒன்று இயங்கும்போது கீழ்க்காணும் விவரங்கள் குறிக்கப்பட்டன. இயக்கு நீராவி (Motive Steam)யின் அழுத்தம்: 7 கி./செ. மீ^{2}. குளிர் நீரின் வெப்பநிலை : 5°C. உட்செலுத்தப்படும் நீரின் வெப்பநிலை: 17°C. சுருக்கியின் அழுத்தம் 50 மி.மீ. (பாதரசம்) பீற்றுக் கருவியின் திறன் (Nozzle efficiency): 88%. தக்கவைக்கும் திறன் (Entrainment efficiency) 65%. வெப்ப இறுக்கி திறன் (Thermo Compressor efficiency): 80%. இறுக்குமுன் ஆவியின் உலர் எண் : 92%.

கீழ்க்கண்டவற்றைக் கணக்கிடுக :

1. 1 கிலோ கிராம் ஆவிக்குத் தேவையான இயக்கு நீராவி.

2. ஒரு கிலோ கிராம் ஆவியின் குளிர் விளைவு.

3. ஒரு டன் குளிர் விளைவிற்கு ஒரு மணி நேரத்தில் தேவைப்படும் இயக்கு நீராவி.

4. விரிவு அறையினின்று வரும் ஆவியின் தன்மை.

$1-2-$ சம என்ட்ராபி விரிவாகும்.

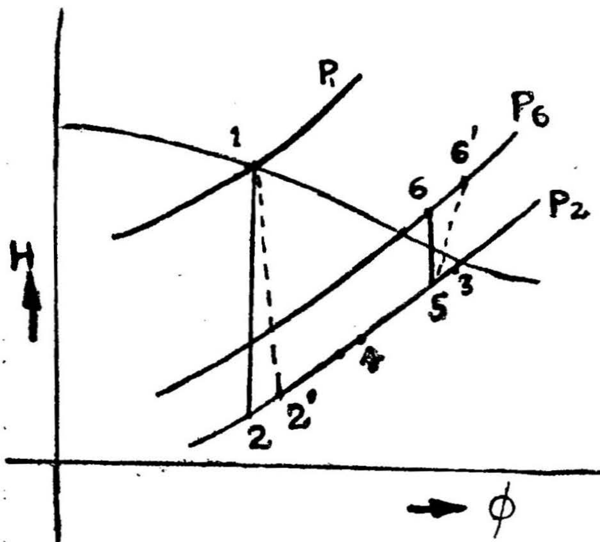
$$\phi_1=\phi_2\ 1\cdot6040=\phi_{w\cdot 2}+\frac{L_2}{T_2}\cdot\ x_2$$

$$=0\cdot0181+\frac{591\cdot7}{278\cdot2}\ x_2$$

$$x_2=0\cdot742$$

$$H_2 = h_2 + x_2 L_2 = 5{\cdot}04 + 0{\cdot}742 \times 595$$
$$= 440 \text{ கிலோ காலரி/கிலோ}$$

பீற்றுக் குழாய்திறன் $\eta_n = \dfrac{H_1 - H_2'}{H_1 - H_2}$



படம் Y

$$H_2' = 660{\cdot}0 + 0{\cdot}88\ (660{\cdot}0 - 440)$$
$$= 465 \text{ கிலோ காலரி/கிலோ}$$

2-ம், 2'-ம் ஓர் அழுத்தத்தில் இருப்பதால் $h_2 = h_2'$; $L_2 = L_2'$

$$H_2' = h_2' + x_2'.\ L_2'$$
$$= 5{\cdot}04 + x_2'\ 595$$
$$\therefore x_2' = \frac{465 - 5{\cdot}04}{595} = 0{\cdot}774$$

தக்க வைக்கும் திறன் $\eta_e = \dfrac{H_1 - H_4}{H_1 - H_2'}$

$$H_4 = H_1 - \eta_e (H_1 - H_2')$$
$$= 660{\cdot}0 - 0{\cdot}65\ (660 - 465)$$
$$= 533 \text{ கிலோ காலரி/கிலோ}$$

$$H_4 = h_4 + x_4 \cdot L_4$$
$$x_4 = \frac{533 \cdot - 5\ 04}{595}$$
$$= 0{\cdot}891$$

5-ல் $x_5=0\ 92$ (தரப்பட்ட விவரம்)

$H_5=5{\cdot}04+0{\cdot}92\times595$

$=550$ கிலோ காலரி/கிலோ

5–6–சம என்ட்ராபி இறுக்கமாகும்.

$\phi_5=\phi_6$

$1{\cdot}9882=1{\cdot}9779+0{\cdot}5\ \text{Log}_e\dfrac{T_6}{T_5}$

(T_5 : தெவிட்டிய வெப்பநிலை).

$T_5=38{\cdot}7+273$

$=311{\cdot}7°K$

$\therefore\ T_6=318°K=45°C.$

$H_6=614{\cdot}1+0{\cdot}5\ (45-38{\cdot}7)$

$=617$ கிலோ காலரி/கிலோ.

வெப்ப இறுக்கி திறன் $\eta_c=\dfrac{H_6-H_5}{H_6'-H_5}$

$H_6'=550+\dfrac{617-550}{0{\cdot}8}$

$=645$ கிலோ காலரி/கிலோ.

1. தேவைப்படும் இறுக்க வேலை = கிடைக்கும் இறுக்க வேலை கிடைக்கும் இறுக்க வேலை$=W\ (H_1—H_4)$

W: தேவையான இயக்கு நீராவி/கிலோ கிராம் ஆவி.

தேவைப்படும் இறுக்கவேலை=இயக்கு நீராவி+ஆவி $H_6'-H_5)$

$=(W+1)\ (H_6'-H_5)$

$\therefore\ (W+1)\ (H_6'—H_5)=W\ (H_1—H_4)$

தக்க வைக்கும் திறன் $\eta_e=\dfrac{H_1-H_4}{H_1-H_2'}$

$\therefore\ H_1-H_4=\eta_e\ (H_1-H_2')$

பீற்றுக்குழாய் திறன் $\eta_n=\dfrac{H_1-H_2'}{H_1-H_2}$

$H_1-H_2'=\eta_n\ (H_1—H_2)$

$\therefore\ H_1—H_4=\eta_e.\ \eta_n\ (H_1—H_2)$

$\therefore\ (W+1)\ \dfrac{(H_6—H_5)}{\eta_c}=W\,\eta_e.\ \eta_n\ (H_1—H_2)$

$\therefore W=\dfrac{H_6—H_5}{\left[\eta_n.\ \eta_e.\ \eta_c\ (H_1—H_2)—(H_6—H_5)\right]}$

$$= \frac{617-550}{(660-438)\times 0\cdot 88\times 0\cdot 65\times 0\cdot 8-(617-550)}$$

$= 1\cdot 96$ கிலோ கிராம்.

3-ல் ஆவியின் தன்மை.

$$H_3 + W\times H_4 = (W+1)\ H_5$$

$$H_3 = (1\cdot 96+1)\times 550 - 1\cdot 96\times 533$$

$= 585$ கிலோ காலரி/கிலோ

$$H_3 = h_c + X_3 L_3$$

$$X_3 = \frac{585-5\cdot 04}{595} = 0\cdot 975$$

குளிர் விளைவு $= H_3 - h_7$ H_7 = உள் நுழையும் நீரிலுள்ள வெப்பம்.

$= 585 - 17$

$= 568$ கிலோ காலரி/கிலோ கிராம் ஆவி.

ஒரு டன் குளிர் விளைவு ஒரு மணிக்கு $= 50\times 60$

$= 3000$ கிலோ காலரி/மணி

ஆவியாக மாறும் நீரின் அளவு $= \frac{3000}{568} = 5\cdot 28$ கிலோ கிராம்

தேவைப்படும் நீராவியின் அளவு $= 5\cdot 28\times 1\cdot 96$

$= 10\cdot 3$ கிலோ கிராம்/மணி/ஒரு டன் குளிர் விளைவு.

3. குளிரூட்டிகள்
(Refrigerants)

விரிவாக்குதல் மூலமோ அல்லது ஆவியாதல் மூலமோ, வெப்பத்தைக் கவரும் எப் பொருளையும் குளிரூட்டி எனக் கூறலாம். சில குளிர் சாதனங்களில் மேற்கூறிய முறைப்படி குளிர்ந்த நீர் குளிர்ந்த உப்பு நீர் (Brine) ஆகியவையும் வெப்ப நீக்குதலுக்குப் பயன்படுகின்றன. ஆனால், இவை இரண்டாம் நிலை (Secondary) குளிர் ஊடங்களே (Cooling medium) ஆகும். பொதுவாக, சாதனத்தில் இறுக்கம், சுறுக்கம், விரிவு ஆவி யாதல் ஆகிய மாற்றங்களுக்கு உட்படுத்தப்படும் பொருள்களே குளிரூட்டிகள் எனப்படுகின்றன. எந்த ஒரு பொருளையும் மிகச் சிறந்த குளிரூட்டி எனக் கூறிவிட முடியாது. ஏனெனில் எல்லாத் தன்மைகளும் ஒருங்கிணைந்த ஓர் ஊடகம் கிடைப்பது அரிது. ஆகவே, ஒவ்வொரு தேவைக்கும் ஏற்றவாறு கிடைப் பவற்றுள் சிறந்த பொருளையே தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும்.

கருதப்படவேண்டிய தன்மைகளுள் கையாளவேண்டிய பருமம், அழுத்தம், தீப்பற்றுந்தன்மை வேதிவினை (chemical reaction), எண்ணெயோடு எதிர்வினைத் தன்மை (action with oil), நஞ்சியல்பு (Toxicity), கசிவு (Leaks), விலை ஆகியவை முக் கியமானவை ஆகும்.

சாதாரணமாக உபயோகிக்கப்படும் குளிரூட்டிகள் வரு மாறு: அம்மோனியா, கந்தக-டை-ஆக்ஸைடு (Sulphur-di oxide), கரிமிலவாயு (Carbon di oxide), ஃப்ரீயான் 12, 11, 22 (Freon—*12, 11, 22*) மீதைல் குளோரைட் (Methys chloride) ஆகியவையாகும்.

அம்மோனியா (Ammonia): பெரிதளவு வியாபாரக் குளிர் சாதனங்களில் (Commercial Refrigerating machines) அம் மோனியாவே பயன்படுத்தப்படுகிறது. சுமாரான அழுத்தங் களும் பிஸ்டன் பெயர்ச்சியும் (Piston displacement) உடையது.

உயிரினங்களுக்குத் தீங்கு விளைவிப்பது, எரிச்சலளிக்கக்கூடிய நாற்றமுடையது. காற்ருேடு 13லிருந்து 27 சதவிகிதம் கலந்த கலவை எளிதில் தீப்பற்றி வெடிக்கும் தன்மை கொண்டது. ஆயின், இது விலை குறைவானது. அதன் பௌதிக வேதித் தன்மைகள் நன்கறியப்பட்டவை. மிகவும் எச்சரிக்கையுடனிருந் தால் அதன் அபாயத்தன்மை விளைவுகளைத் தவிர்க்க இயலும். பெரிய விடுதிகள், அலுவலகங்லள், அரங்குகள் போன்ற வைக்கான இடங்களுக்குத் தேவையான வசதி குளிரவைத் தலுக்கு (Comfort cooling) அம்மோனியாவைப் பயன்படுத்து வதைத் தவிர்க்க வேண்டும். வேறு வழியின்றி உபயோகிப் பதாளுலும் இறுக்கியின் அறையைத் தனியாகச் செய்து அம் மோனியா வெளியிடங்களுக்கு வராதவாறு பார்க்கவேண்டும். நேரடிக் குளிர்விப்பதைத் தவிர்த்து உப்புநீர் (Brine) அல்லது நீர் ஆகியவற்றின் மூலம் இடங்களைக் குளிரவைக்க வேண்டும்.

கரிமிலவாயு : இஃது அரங்குகள் மற்றும் கடற்போக்கு வரவு ஆகிய இடங்களின் குளிர் சாதனங்களில் உபயோகிக் கப்பட்டுள்ளது. பிராணவாயு குறைவாகவும், நீண்ட நேர மாகவும் இல்லாதிருந்தால், காற்ருேடு கலந்தால் இவ்வாயு விளுல் தீமை ஏற்படாது. மிக அதிகமான அழுத்தங்கள் தேவை. மிகக் குறைந்த செயற்கெழுவைக் கொண்டது. எரிச் சலூட்டாது. எரிவதைத் தடுக்கும் குணமுடையது. கசிவும் அதளுல் ஏற்படும் இழப்பும் அதிகமாகும். கசிவைக் கண்டுபிடித் தலும் மிகவும் கடினமாகும்.

Sulphur di oxide : வீடுகளில் பயன்படும் சாதனங்களில் இஃது உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது. வெடிக்கும்தன்மையற்றது. நீர்மநிலையில் சிறிது உயவுத்தன்மை (Lubricating Property) கொண்டது. விஷத்தன்மை இல்லாதது. ஆளுல், எரியூட்டும் வாசனையுள்ளது. இதன் மூலம் கசிவுகளைக் கண்டுபிடிக்க இயலும். உயிரினங்களுக்குக் கேடு விளைவிக்காது,

ஃப்ரீயான் 12 (Freon—12) (Dichloro difluoromethane) : மயக்க நெடியில்லாத, எளிதில் தீப்பற்ருத் தன்மையுடைய குளி ரூட்டிகளைக் கண்டுபிடிக்க செய்யப்பட்ட முயற்சியின் விளைவாகச் சில ஃப்ளோரின் (Fluorine) கலந்த கலவைகள் ஏற்பட்டன. இவை ஈதேன் (Ethane) அல்லது மீதேன் (Methane)ஐ அடிப் படையாகக் கொண்டுஅமைபவை. இக் கலவைகளே தற்போது மிக அதிக அளவில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவற்றுள் ப்ரீயான்—*11* (Freon—*11*-Trichloro Mono fluro methane) ப்ரீயான்—*12* (Freon—*12*—Dichloro difluoro methane)

ப்ரியான்—*22* (Freon—*22*—Mono chloro difluoro methane ஆகி யவை முக்கியமானதாகும். இவற்றுள் பின்கூறப்பட்ட இரண் டும் (Freon *12*, *22*) அநேகமாக எல்லாக் காற்றுச் சீராக்கிகளி லும் (air-conditioners) மற்றும் வீடுகளிலும் பயன்படும் சிறிய சாதனங்களிலும் உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன. Freon *11* இரண்டாம் நிலை (Secondary calori Meter) காலரி மீட்டர்களில் பயன்படுகின்றது. இவையாவுமே தெளிந்த நீரின் நிறத்தை யுடையவை. நீப்பற்றுத் தன்மையுடையவை. மயக்கும் நெடி யற்றவை.

மீதைல் குளோரைடு (Methyl chloride): இது நிறமற்ற திரவமாகும். இலேசான இனிய நெடியுடையது. அம்மோனியா கரியுமிலவாயு இவற்றுக்குப் பதிலாகப் பயன்படக்கூடியது. வீடு களில் உள்ள சாதனங்களிலும் சிறிய வியாபார சாதனங் களிலும் பயன்படும்.

நீர் ஆவி (Water vapour): மற்ற எல்லாக் குளிரூட்டிகளிலும் விலைகுறைவான மிகவும் பாதுகாப்பானது நீரின் ஆவியாகும். ஆனால், வெப்பநிலை அதிகமுடைய குளிர் சாதனங்களில் மட்டுமே உபயோகப்படக்கூடியது. வசதிக்கான காற்றுச் சீராக்கிகளிலும் (Comfort air conditioner) சில நீர் குளிர வைக்கும் (Water Coolers) சாதனங்களிலும் பயன்படும்.

இக் குளிரூட்டிகளின் சில அவசியமான தன்மைகளை அட்ட வணையில் காணலாம்.

இவற்றுள் ஏதாவதொன்றைத் தெரிந்தெடுக்குமுன் எந்த ஒரு பொருளும் எல்லா நிலைகளிலும் செயல்படக்கூடிய ஓர் இலட்சிய ஊடகமாகாது என்பதை நினைவில்கொள்ளவேண்டும். ஏனெனில் சில மையவிலக்கு அல்லது சுழல் (Rotary) இறுக்கி களுக்கு உகந்தவை; மற்றவை முன்பின் அசைவு இறுக்கி களுக்கு (Reciprocating Compressors) ஏற்றவையாக இருக்கும். சில நேரங்களில் குளிரூட்டியின் நெடி அவ்வளவு முக்கியமான தாகக் கருதப்படாமலிருக்கலாம். மற்றவைகளில், அதாவது வசதிக் குளிரியலில் (Comfort Cooling) நெடியற்ற தீப்பிடிக்காத தன்மையுடையவைகளே பயன்படும். குறைந்த வெப்ப நிலைக் கான ஊடகங்கள் அதிக வெப்ப நிலைக்கானவைகளினின்றும் மாறுபட்ட தன்மையுடையன. ஆகவே, அந்தந்தத் தேவை களுக்கு ஏற்றபடி எந்தப் பொருள் மிக அதிக அளயில் உரிய தன்மைகளுடையதாக இருக்கின்றவோ அதையே தேர்ந்தெடுத் திடவேண்டும். கருதப்பட வேண்டிய சில தன்மைகளாவன :

நஞ்சியல்பு (Toxicity) : இத் தன்மையின் முக்கியம் குளிரூட்டி பயன்படும் விதத்தைப் பொறுத்தது ஆகும். அரங்குகள், விடுதிகள் போன்ற மக்கள் பெரும் அளவில் கூடும் பொது இடங்களில் அமைக்கப்படும் காற்றுச் சீராக்கிகளில் பயன்படும் குளிரூட்டி நஞ்சியல்பு அற்றதாக இருக்கவேண்டும். இல்லையேல் அவ்விடங்களில் அது (கசிவதன்மூலம்) பெரும் அளவில் பரவுவதைத் தடுக்கதக்க ஏற்பாடுகள் செய்வது அவசியம். ஆனால், சிறிய அளவில் பயன்படும், வீடுகளுக்கான சாதனங்களில், நெடியுள்ள குளிரூட்டிகளைப் பயன்படுத்தலாம், கசிவு ஏற்பட்டாலும் சிறிய அளவு காரணமாகக் கெடுதல் ஒன்றும் நேராது. மேலும் எரியூட்டும் தன்மையுடையவைகளைப் பயன்படுத்துவதிலும் கவனமாக இருக்கவேண்டும். அம்மோனியா கந்தக டைஆக்ஸைடு போன்றவைகளைவசதிக் குளிரியலில்பயன்படுத்துவதைத் தவிர்க்க வேண்டும். இத் துறைக்கு ஏற்றவை எல்லா ஃப்ரீயான் கலவைகளும் கரியமிலவாயுவுமேயாகும்.

எளிதில் தீப்பற்றும் தன்மை (Inflammability) : ப்யூடேன், கார்பன் டெட்ரா குளோரைடு, ஈதேன், மீதேன், குளோரோஃபார்ம் ஆகியவை குளிரூட்டிகளாகப் பயன்படலாம். ஆயினும், இவை எளிதில் தீப்பற்றி வெடிக்கக் கூடியவையாகும். இதனாலும்; இன்னும் சில ஏற்கத்தகாதத் தன்மைகளாலும் இப்பொருள்கள் சாதாரணமாகப் பயன்படுவதில்லை.

அழுத்த நிலைகள் : ஆவியாக்கியிலும், சுருக்கியிலும் உள்ள அழுத்தங்கள் வெளி அழுத்தத்தைவிட அதிகமாக இருப்பது நலம். ஆயினும், அதிக அழுத்தம் தவிர்க்கப்பட வேண்டும். மிகை (Positive) அழுத்தங்கள் காற்று, ஈரம் ஆகியவை சாதனத்தினுள் செல்வதைத் தடுக்கும். ஆயினும், அழுத்தம் மிக அதிகமாக இருப்பின் குளிர் சாதனத்தின் வெவ்வேறு பாகங்களை மிகவும் பலமுள்ளவைகளாக அமைத்தல் அவசியம். இதனால், செலவு அதிகமாகலாம். மேலும், ஆற்றலும் (Power) அதிக அளவில் தேவைப்படும்.

முன்பின் அசைவு இறுக்கிகள் அதிக அழுத்தங்களும் குறைந்த நிறையலகு பருமமும் (Specific volume) உடைய குளிரூட்டிகளுக்கு ஏற்றவையாகும். இவை நேர் பெயர்ச்சி (positive displacement) உடையவை. ஆனால், பிஸ்டனின் வேகத்தையும் ஸிலிண்டரின் கன அளவையும் பொறுத்து அமையும். மிக அதிக அழுத்தங்களில் குறைந்த அளவில் பாய்மங்களைக் கையாள இவ்வகை இறுக்கிகள் பயன்படும். இவ்வகை இறுக்கிகளுக்குக் கரியமிலவாயு, அம்மோனியா, ஃப்ரீயான்—*12, 22*, கந்தக–டை–ஆக்ஸைடு ஆகிய குளிரூட்டிகள் பயன்படும்.

மைய விலக்கு இறுக்கிகளில் மிகை அழுத்தங்கள் ஏற்படா. எனவே, மிகக் குறைந்த அழுத்த வேறுபாட்டில் செயல்படும் குளிரூட்டிகளே தேர்ந்தெடுக்கப்படும். ஆகவே, ஆவியாக்கி, சுருக்கி ஆகியவற்றில் அழுத்தங்கள் குறைந்த அளவில் இருப்பது அவசியமாகும். எனினும் இவை மிக அதிக அளவில் (volume) குளிரூட்டிகளை உந்தித் தள்ளும். ஃப்ரீயான்—*11*, மெதிலின் குளோரைடு ஆகியவை மையவிலக்கு இறுக்கிகளில் பயன்படும். இடைநிலை அழுத்தங்களும், அழுத்த வேறுபாடுகளும் உடைய பொருள்களுக்குச் சுழல் (Rotary Compressors) இறுக்கிகள் பொருத்தமானவையாகும்.

மாறுநிலை அழுத்தமும் வெப்பநிலையும் (Critical pressure and temperature): மாறு நிலை வெப்பநிலை, சுருக்கும் (Condensing) வெப்பநிலைக்கு அருகிலிருந்தால் அதிக அளவில் ஆற்றல் தேவைப்படும். கரியமிலவாயு தவிர மற்ற குளிரூட்டிகளின் மாறுநிலை வெப்பநிலை வழக்கமான சுருக்கும் வெப்ப நிலையை விட மிக அதிகமாகவேயுள்ளது. சரியமிலவாயுவின் மாறுநிலை வெப்பநிலை 31°C. இது வழக்கமான சுருக்கும் வெப்ப நிலையை விட மிகச் சிறிதே அதிகமாயிருப்பதால் மிக அதிக அழுத்தங்கள் தேவைப்படும். அகவே, வலிவான அமைப்புடைய சாதனங்களும் மிக அதிக அளவில் ஆற்றலும் தேவைப்படும்.

அட்டவணை 4·1

குளிரூட்டி	மாறுநிலைத் தன்மைகள்	
	வெப்பநிலை°C	அழுத்தம் கிலோகிராம் /செ. மீ^{2}
நீர்	375	220
மெதிலின் குளோரைடு	216	44·5
ஃரீயான்—*11*	198	44
கந்தக டை ஆக்ஸைடு	161	79
மீதைல் குளோரைடு	143	67
அம்மோனியா	134	114
ஃப்ரீயான்—*12*	112	41·5
ஃப்ரீயான்—*22*	96	49 5
கரியமில வாயு	31	74·5

உறை வெப்ப நிலை: செயல்முறையில் சாதனத்தில் ஏற்படும் குறைந்த வெப்ப நிலையினும் குளிரூட்டியின் உறை வெப்பநிலை மிகக் குறைவாக இருத்தல் அவசியம். சாதாரணக் குளிர் சாதனங்களில் அவ்வளவாகக் கருத வேண்டிய அவசியமில்லை எனினும் கீழ் வெப்பநிலை குளிரியலில் (Low-temperature Refrigeration) குளிரூட்டியின் உறை வெப்ப நிலையைக் கருத்தில் கொண்டு தகுந்தவற்றைத் தேர்ந்தெடுப்பது அவசியமாகும்.

விலை: சிறிய சாதனங்களில் அடைக்கப்படும் குளிரூட்டியின் அளவும் குறைவாகவே இருக்கும். ஆகேவே, அதன்விலை முக்கியமாகக் கருதப்பட வேண்டியதில்லை. எனினும், மிகப் பெரிய சாதனங்களில் சாதனத்தின் ஆரம்ப மதிப்பும் (initial cost) நடைமுறைச் செலவுகளும் (maintenance cost) சாசனத்தின் இறுக்கத் தன்மையையும் (tightness) குளிரூட்டியின் கசியும் தன்மையையும் (leakage tendency) பொறுத்து மாறும். ஆகவே, சாதனம் சிக்கனமானமுறையில் வேலைசெய்ய, தகுந்த பொருளைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும்.

செயற்கெழுவும் ஆற்றல் தேவையும் (Coefficient of performance and power requirements): கார்னோ சுழலில் இயங்கும் ஒரு சாதனத்தின் செயற்கெழு அதன் அதிகக் குறைந்தபட்ச வெப்ப நிலையைச் சார்ந்ததாகும். அதிகபட்ச வெப்பநிலை 30°*C* ஆகவும், குறைந்த பட்ச வெப்பநிலை—15°*C* ஆகவும் கொண்டால் அதன் செயற்கெழு 5·733 ஆகும். இவ்விரு வெப்பநிலைகளில் ஆவிகுளிர் சுழலில் இயங்கும் மற்ற குளிரூட்டிகளின் செயற்கெழு, திறன், தேவைப்படும் ஆற்றல் ஆகியவை அட்டவணையில் (பக்கம் 68-ல்) தரப்பட்டுள்ளன.

கரியமிலவாயு நீங்கலாக அநேகமாக மற்றக் குளிரூட்டிகளின் செயிற்கெழுவிலும் சக்தி தேவைப்பாட்டிலும் மாற்றம் அதிகமில்லை. கரியமில வாயு மிகக் குறைந்த மாறுநிலைத் தன்மை காரணமாகக் குறைந்த செயற்கெழுவும், அதிகஆற்றல் தேவையும் கொண்டுள்ளது.

குளிரூட்டிகளின் நீர்ம ஆவி செறிவுகள் (Densities): குறைவான செறிவு உகந்ததாகும். உள்ளீற்றும் மற்றும் வெளிச்செல்லும் குழாய்களில் அழுத்தச் செறிவு ஏற்படுவதை இது குறைக்கும். எனினும் மையவிலக்கு இறுக்கிகளில் அதிகச் செறிவு உடைய ஆவியைக் கையாளுவதின் மூலமே அதன் திறனை அதிகரிக்க இயலும்.

அட்டவணை 4·2

	செயற்கெழு சுருக்கி 30°C ஆவியாக்கி 15°C	திறன் சதவிகிதம் (Efficiency) சதவிகிதம்	குதிரைச் சக்தி/டன் (H. P./Ton)
கார்னோ சுழல் ...	5·733	100	0·82
ஃப்ரீயான்—*11* ...	5·09	88·8	0·93
[illegible]தல் குளோரைடு ...	4·90	85·3	0·96
கந்தக டை ஆக்ஸைடு ...	4·87	84·9	0·97
அம்மோனியா ...	4·76	83·0	0·99
ஃ ப்ரீயான்—12 ...	4·70	82·0	1·00
ஃப்ரீயான்—22 ...	4·66	81·3	1·01
கரியமிலவாயு ...	2·56	44·6	1·84

உள்ளுறை வெப்பம் (Latent Heat): குறிப்பிட்ட அளவு குளிரூட்டியின் குளிரவைக்கும் தன்மை (Refrigerating effect) அதன் உள்ளுறை வெப்பத்தைச் சார்ந்ததாகும். எனவே, உள்ளுறை வெப்பம் அதிகமுடைய குளிரூட்டிகளைப் பயன்படுத்துதல் நலம். ஆயினும், சிறிய சாதனங்களில் பயன்படும் பொருளின் அளவு குறைவாக இருக்கும். ஆகவே, கருவிகளின் உணர்வு நுட்பம் (sensitivity) அதிகமாக இருத்தல் அவசியம். இம் மாதிரியான நிலைகளில் உள்ளுறை வெப்பம் குறைவாக உடைய குளிரூட்டிகளைப் பயன்படுத்துவதன் மூலம் அதன் அளவு அதிகமாகும். கருவிகளின் உணர்வு நுட்பம் குறைவாக இருக்கலாம். அவற்றைச் சீரமைப்பதும் எளிதாக இயலும்.

நிறையலகு பருமம் (Specific Volume): [illegible] தேவைப்படும் ஆவிப் பெயர்ச்சி அதன் [illegible] வெப்ப நிலையில் நிறையலகு பருமத்தையும், அதன் [illegible] மையையும் பொறுத்ததாகும். முன்பின் அசைவு இறுக்கிகளின் பெயர்ச்சி அநேகமாகக் குறைவானதாக இருக்கும். ஆகவே, இவ் வகை இறுக்கிகளில் ஒவ்வொரு டன் குளிர்ச்சிக்கும் தேவைப்படும் ஆவிப் பெயர்ச்சியும் குறைவாக இருத்தல் அவசியமாகும். மைய விலக்கு இறுக்கிகள் பெயர்ச்சி அதிகமாகத் தேவைப்படக்கூடிய குளிரூட்டிகளைக் கையாளப் பயன்படும்.

அரிப்புத் தன்மை (Corrosive properties): குளிரூட்டியோடு கலந்து வினையாற்றும் (react) எப்பொருளும் சாதனத்தில் சேராதவாறு பாதுகாத்தல் மிகவும் அவசியமாகும். ப்ரீயான் குளிரூட்டிகள் அநேகமாக எத்தகைய உலோகங்களோடும் பயன்படும். அம்மோனியாவை இரும்பு அல்லது எஃகினாலாகிய உறுப்புகளில் பயன்படுத்தலாம். ஆனால், தாமிரம் (copper) அல்லது அது கலந்த கலவைகளோடு சேர விடுதல் கூடாது. அது தாமிரத்தைக் கரைக்கும் தன்மையுடையது. கரியமிலவாயு ஈரமும் பிராணவாயுவும் இருப்பின் இரும்பு, தாமிரம் ஆகியவற்றைப் பாதிக்கும் தன்மையுடையது. மீதைல் குளோரைடு, கந்தக டை ஆக்ஸைடு ஆகியவை நீருடன் சேர்ந்தால் உலோகங்களைப் பாதிக்கும் தன்மை உடையவை.

மேற்கூறப்பட்ட தன்மைகளைத் தவிர குளிரூட்டிகளின் கடத்தாத்திறன் (Dielectric strength), பாகியல் (Viscosity), வெப்பம் கடத்தும் திறன் (Thermal conductivity), நிலைப்பாடு (Stability), மந்தநிலை (Inertness), எண்ணெயுடன் கலக்கும் தன்மை (Miscibility with oil), கசியும் தன்மை (Leakage tendency), அழுகும் பொருள்களைப் பாதித்தல் (effect on

perishable materials) ஆகியவைகளும் கருத்தில் கொள்ளப்பட வேண்டியவையாகும்.

மேற்காணப்பட்டவை முதனிலை (Primary) குளிரூட்டிகளாவன. இவை தவிர, இரண்டாம் நிலை (Secondary) குளிரூட்டிகளாக உப்பு நீர்கள் (Brines) பயன்படுகின்றன. நீரும் மற்ற உப்புகளும் ஒரு குறிப்பிட்ட விகிதத்தில் கலக்கப்படுகின்றன. இக் கலவை குறைவான உறை வெப்பநிலை உடையதாக இருக்கும். இக் கலவையைக் குளிர்சாதனத்தின் ஆவியாக்கியில் செலுத்திக் குளிரவைத்துப் பின் தேவையான இடங்களுக்குச் செலுத்த வேண்டும். முக்கியமாக; அம்மோனியா போன்ற எரிச்சலளிக்கக் கூடிய கொடிய ஆவிகளைப் பயன்படுத்தும் [illegible]சாதனங்களில் இத்தகைய முறை பயன்படும். குளிர் [illegible] தனியாக ஓர் அறையில் குளிரவைக்கப்படும் [illegible]வறையினின்றும் தனியாகவும் அமைக்கப்படும். இம் முறையில் ஏதேனும் கசிவு ஏற்பட்டாலும் குளிர் அறையில் வைக்கப்பட்ட பொருள்களோ, அங்குள்ள மனிதர்களோ பாதிக்கப்படுவது தவிர்க்கப்படும்.

உப்புநீர் இரண்டாம்நிலைக் குளிரூட்டியாக மட்டுமன்றி குளிர்ச்சியைச் சேர்த்து வைப்பதற்கும் (Storage) பயன்படும். இது (1) சாதனம் செயல்படும் எல்லா வெப்பநிலைகளிலும் நீர்ம வடிவாகவும், (2) சார்ந்த உலோகப் பொருள்களை அரிக்கும் தன்மை அற்றதாகவும், (3) தேவையான அளவைக் குறைக்கும் வகையில் அதிக வெப்ப எண் (Specific heat) உள்ளதாகவும், (4) குளிரூட்டி மற்றும் சாதனத்தில் வரக்கூடிய வாயுக்களோடு கலக்கும்போது எவ்வித மாற்றமும் ஏற்படாத தன்மையைக் கொண்டதாகவும் இருத்தல் வேண்டும்.

இரண்டாம் நிலை குளிரூட்டிகளாய்ச் சாதாரணமாகப் பயன்படும் சில பொருள்கள் :

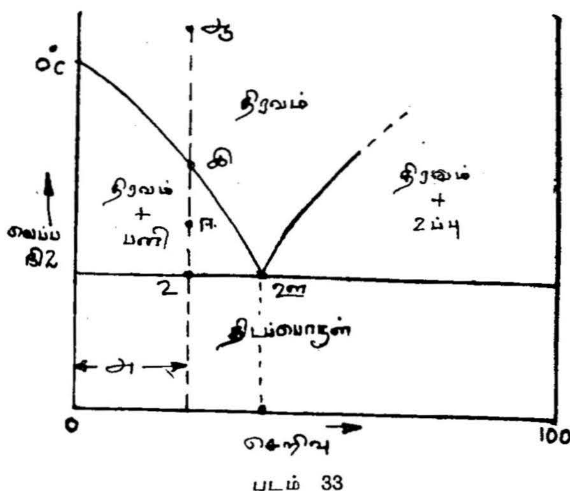
கால்சியம் குளோரைடு (Calcium Chloride)

சோடியம் குளோரைடு (Sodium Chloride)

ஈதிலின் க்ளைகால் (Ethylene glycol) ஆகியவை.

இவை தவிர மெதிலின் (Chloride ஃப்ரீயான்—11 போன்ற குளிரூட்டிகளும் அவற்றின் மிகக் குறைந்த உறை வெப்பநிலை காரணமாகக் குறைந்த வெப்பநிலை (Low temperature brines) குளிரூட்டிகளாகவும் பயன்படுகின்றன.

இவ்வாறுன. இரண்டாம் நிலைக் குளிருட்டிகளில் குறிப்பாக உப்புநீர்க் கலவைகள் குளிர்சாதனத்தின் ஆவியாக்கியில் குளிரவைக்கப்படும்போது அவை உறையாமலிருக்க அவற்றின் உறைநிலை வரைபடம் (படம் 33) உதவியாக இருக்கும்.



படம் 33

கலவைகளின் உறைநிலை வரைபடம்
(செறிவு : நீரில், உப்பின் எடை சதவிகிதத்தில் குறிக்கப்படும்.)

இதில் வெவ்வேறு செறிவுள்ள (Concentration) கலவைகள் குளிரவைக்கப்படும்போது அவற்றின் உறைநிலைகளைக் கொண்டு கோடுகள் வரையப்பட்டுள்ளன. குறிப்பிட்ட வெப்ப நிலையில் குறிப்பிட்ட செறிவுள்ள கலவையின் நிலையை (திரவ, திட அல்லது இரண்டும் கலந்த நிலைகளை) அறிய இப் படம் உதவும். ஒரு குறிப்பிட்ட கலவையின் செறிவு ‘அ’ சதவீதமாகக் கொண்டால் வெப்பநிலை ‘ஆ’வில் கலவை திரவமாக இருக்கும். வெப்ப நிலை ‘இ’ வரும் வரை அது திரவ நிலையிலேயே இருக்கும். மேலும், குளிர்விக்கப்பட்டால், பனியும், கலவையும் கலந்த சேர்க்கையாக இருக்கும் (புள்ளி ஈ). இந் நிலையில் நீரின் ஒரு பாகம் பனியாக மாறியதால் கலவையின் செறிவு அதிகமாகும். கலவையை வெப்பநிலை (2)க்கும் குறைவாகக் குளிர்வித்தால் அது முழுவதும் உறைந்து திடப்பொருளாகிவிடும், இப் படத்தில் புள்ளி ‘ஊ’ ‘யுடெக்டிக் (Eutectic point) நிலை’ எனப்படும். இந் நிலை, குறைவான வெப்பநிலையை உறைதல் ஏற்படாமல் அடையத் தகுந்த

செறிவைக் குறிக்கும். கரைசலின் செறிவை அதிகமாக்கவோ குறைவாக்கவோ செய்தால், உறைநிலை அதிகமாவதால் அதனுல் பயன் ஒன்றுமிராது: மேலும், சில கலவைகளின் செறிவை அதிகப்படுத்துதல் அழுத்தக் குறைவையும் வெப்ப மாற்றத்தையும் பாதித்துத் திறனைக் குறைக்கக்கூடும். ஏனெனில், அதிக செறிவுள்ள உப்புநீர் அதிக பாகியலையும், குறைந்த வெப்பம் கடத்தும் எண்ணையும், குறைவான வெப்ப எண்ணையும் கொண்டிருக்கும். ஆகவே, அதன் செறிவை உரிய அளவிலேயே இருக்குமாறு செய்தல் நலம். சாதனத்தில் ஏற்படும் குறைந்தபட்ச வெப்ப நிலையைப் பொறுத்து உரிய கலவையும், அதன் செறிவையும் முடிவு செய்தல் வேண்டும்.

4. வீட்டுக்குளிர் சாதனங்கள்

(Domestic Refrigerators)

வீட்டுக் குளிர்சாதனங்கள் (Domestic refrigerator units): பழக்கத்தில் இருந்துவரும் வீட்டுக் குளிர்சாதனங்களில் நம் நாட்டிலேயே உற்பத்தி செய்யப்படுபவைகளில் கோத்ரெஜ் (Godrej), கெல்வினேட்டர்(Kelvinetor), ஆல்வின்(Allwyn) ஆகியவை சிலவாகும். வெவ்வேறு அளவுகளில் வருபவையாயினும் இயங்கும் விதம் அநேகமாக ஒன்றே. இவை ஆவியிறுக்கச் சுழலில் இயங்கும் பொறிகள் (Machines) கொண்டவை. ஆவி உறிஞ்சு சுழலில் இயங்கும் எலக்ட்ரோலக்ஸ் (Electrolux) குளிர்சாதனங்களும் ஓரளவில் வீடுகளில் உபயோகிக்கப் படுகின்றன.

வீட்டில் இயங்குவதற்காக உற்பத்தி செய்யப்படும் இத்தைகைய சாதனங்கள் : 1. சுலபமாக இயங்கக் கூடியவையாக இருத்தல் வேண்டும். 2. உபயோகிப்பவரின் அதிக அக்கறை தேவையில்லாமலே இயங்க வேண்டும். 3. ஓசையின்றி இயங்க வேண்டும். 4. இயங்கும் திறன் (Efficiency) அதிகமாக இருத்தல் வேண்டும். அப்போதுதான் இயக்கச் செலவைக் (Operating cost) குறைக்க இயலும். 5. துருப்பிடித்தலையும், அரிப்பையும் (rusting and corrosion) தவிர்க்கும் முறையில் தகுந்த உலோகங்களையும், அவற்றைப் பாதுகாக்கும் முறையில் பூச்சுகளையும் (protective coating) பயன்படுத்த வேண்டும். இவை தவிர, இச் சாதனங்கள் நீண்ட காலம் பழுது இன்றி இயங்க வேண்டும். அவற்றின் விலையும் மக்கள் சாதாரணமாக வாங்கி உபயோகிக்குமளவில் இருத்தல் வேண்டும்.

மேற்கூறியவைகளைக் கருத்திற்கொண்டு இச் சாதனங்கள் செய்யத் திட்டமிட வேண்டும்.

குளிர் சாதனத்தின் உள் அறையில் (Cabinet) ஆவியாக்கி (Evaporator) மாத்திரம் மேலிடத்தில் வைக்கப்படும். பொறியின்

மற்றப் பாகங்கள் வெளியே அமைக்கப்படுகின்றன. குளிர்ந்த உட்புறத்திற்கும்; வெப்பமான வெளிப்புறத்திற்கும் இடையே வெப்பத்தடையாகச் (Thermal barrier) சாதனத்தின் சுவர்கள் அமையும். ஆகவே, அவை நன்ருகக் காப்பிடப்பட (insulated) வேண்டும். வெளிப்புற உலோகத் தகட்டிற்கும் உட்புற பாலிதீன் (Polythene) பாளத்திற்கும் இடையே காப்புப் பொருள்கள் (insulators) வைக்கப்படுகின்றன. சாதனம் இயங்க உண்டாகும் செலவு, சுற்றுப்புறத்தினின்றும் உட்கசியும் வெப்பத்தை வெளியேற்றத் தேவைப்படும் ஆற்றலின் அளவைப் பொறுத்ததாகும். ஆகவே, தகுந்த காப்புப் பொருள்களைத் தேர்ந்தெடுப்பது மிக அவசியமாகும். இப் பொருள்களின் முக்கியத் தன்மைகள் வருமாறு :

1. குறைந்த வெப்ப எண் (low coefficient of thermal Conductivity)
2. குறைந்த எடை (less weight)
3. அதிக பலம் (high strength)
4. பூச்சிகளால் பாதிக்கப்படாதிருத்தல்
5. ஈரத்திலும் உலர்ந்தபோதும் எவ்வித நாற்றமும் ஏற்படாதிருத்தல்.
6. ஈரத்தை உறிஞ்சாத்தன்மை.
7. தீ (Fire), அதிர்வு (Vibration) ஆகியவற்ருல் பாதிக்கப் படாதிருத்தல்.

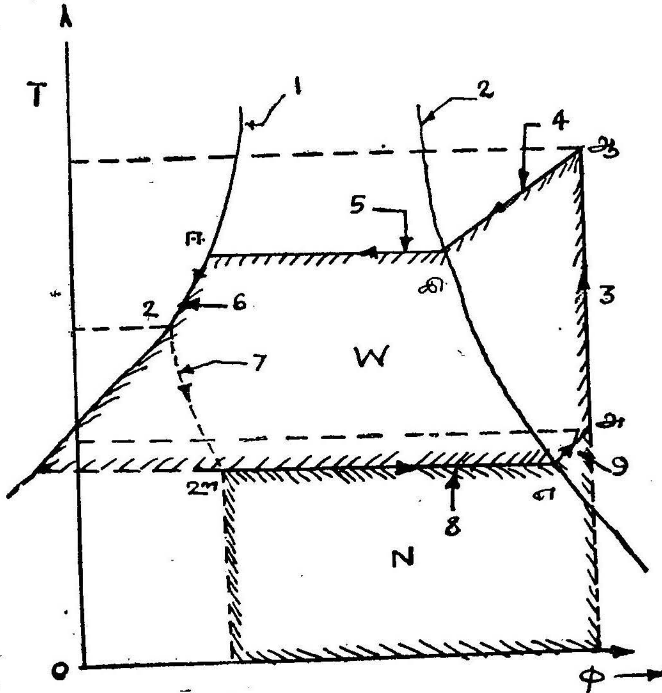
காப்பிடப் பயன்படும் சில பொருள்கள் வளைவுற்ற அட்டைப் பலகை (Corrugated card board), கார்க் (Cork), ஃபைபர் கண்ணுடி (Fibre-glass), கண்ணுடிக் கம்பளி (Glass wool), தெர்மோகோல் (Thermocole) ஆகியவையாகும்.

கண்ணுடிக் கம்பளி மிகக் குறைந்த வெப்ப எண் உடையது; எளிதில் சிதையாத பூச்சிகளால் பாதிக்கப்படாதத் தன்மையுடையது. கார்க்கைவிட நான்கு மடங்கு எடையுடையதாக இருந்ததாலும், சிறிய வீட்டுச் சாதனங்களில் பயன்படும் அளவின் காரணமாக இது தடையாக இராது: மேலும் கண்ணுடிக் கம்பளி ஈரத்தை உறிஞ்சுவதில்லை. இக் காரணங்களால் இது மிகுதியாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

வடிவ அமைப்பு (Design) : ஒரு குளிர்சாதனத்தின் வடிவ அமைப்பு முடிவு செய்யப்பட, அச் சாதனத்தின் பயன், குளிர்

விக்கும் அளவு (cooling load) ஆகியவற்றைப் பற்றிய முழு விவரங்கள் தேவையாகும். குளிர்விக்கும் அளவு வெவ்வேறு முறைகளில் தோன்றுகின்ற வெப்பத்தின் மொத்த அளவிற்குச் சமமாகும். அத்தகைய வெப்பத்தின் தோற்றுவாய்கள் (sources) வருமாறு:

1. வெளியிலிருந்து குளிர்விக்கப்பட்ட (Refrigerated space) இடத்திற்குக் காப்பிடப்பட்ட சுவர்கள் மூலம் கடத்தப்படும் வெப்பம்.
2. ஒளி ஊடுருவிச் செல்லும் (கண்ணாடி போன்ற) பகுதிகள் மூலம் கதிர் வீச்சின் (Radiation) காரணமாக வரும் வெப்பம்.



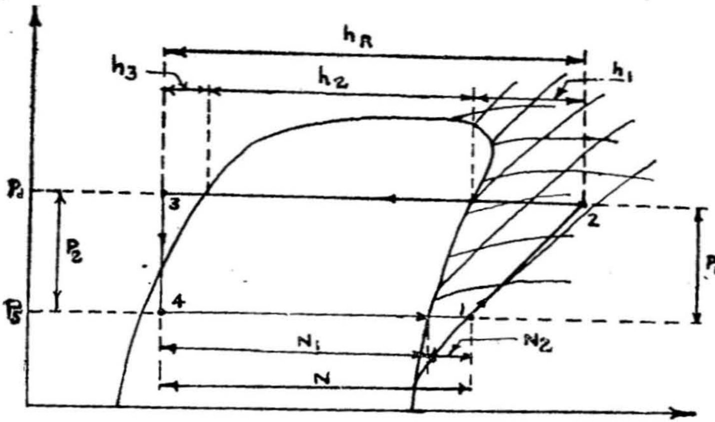
படம் 34
சுழலின் T—φ வரை படம்.

1. நீர்மக்கோடு 2. ஆவிக்கோடு 3. இறுக்கம்
4. மீச்சூடு நீக்கல் 5. சுருக்கம் 6. மிகைக் குளிர்தல்
7. ஊகிவாய்ப் பெருக்கம் 8. ஆவியாதல் 9. மிகைச் சூடுபடல்

3. சாதனத்தின் கவைத் திறந்து, மூடும்போது வெப்பமான காற்று உள்ளே நுழைவதால் ஏற்படும் வெப்பம்.
4. உள்ளே வைக்கப்படும் வெப்பமான பொருள்களினின்றும் வெளிப்படும் வெப்பம்.

இவ்வாருக, உட்செல்லுகின்ற மொத்த வெப்பத்தைக் கணக்கிட அது சிறு பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டு ஒவ்வொன்றின் அளவும் கணக்கிடப்பட்டுப் பின் மொத்த அளவு முடிவு செய்யப்படும். அச் சிறு பிரிவுகள்:

1. சுவர்கள் மூலம் வெப்ப அளவு
2. காற்று மாற்ற அளவு (Air changes load)
3. பொருள்கள் மூலம் (product load)
4. இதர வெப்ப அளவுகள் (Miscellaneous load) பயன்படும் காப்புப் பொருள், அதன் பருமன் (thickness)



படம் 35

சுழலின் P— H. வரை படம்

h_R: தள்ளப்படும் வெப்பம்

h_1: மீச்சூடுநீக்கல் (Desuper heating)

h_2: சுருக்கம் (Condensing)

h_3: மிகைக் குளிர்வித்தல் (Sub cooling)

P_1: இறுக்கியில் ஏற்படும் அழுத்த ஏற்றம்

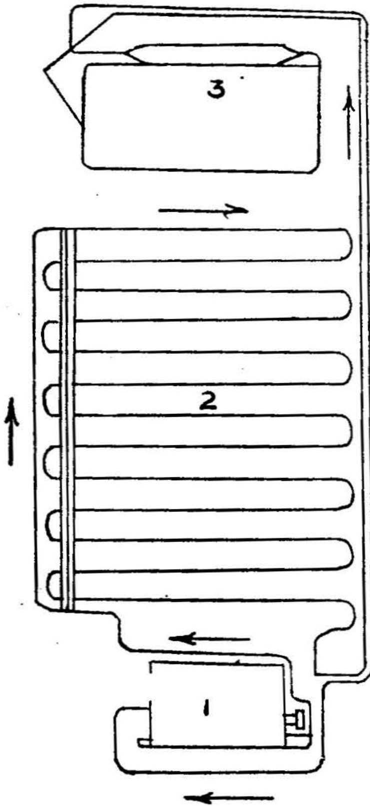
P_2: நுண் குழாயில் ஏற்படும் அழுத்தக் குறைவு

N: குளிர்விளைவு

N_1: ஆவியாதல் N_2: மிகைச் சூடுபடல்

வெளிப்புறச் சுவரின் பரப்பளவு, உள்வெளி வெப்ப நிலைகளின் வித்தியாசம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்து நிதானிக்கப்

படும். சுவர்கள் மூலம் கடத்தப்படும் வெப்ப அளவு மாறுபடும். காற்று மாற்றத்தின் மூலம் வரும் வெப்பத்தைச் சரியாகக் கணக்கிட இயலாது. சாதனத்தின் கன அளவைப் பொறுத்து இஃது அமையும். காய்கறிகள், இறைச்சி, மீன், பால், வெண்ணெய் ஆகிய பொருள்களின் முதலில் உள்ள வெப்ப நிலை, அவற்றைக் குளிர்விக்கத் தேவையான் வெப்ப அளவு (freezing load) ஆகியவற்றைப் பொறுத்து மொத்த வெப்ப அளவு கணக்கிடப்படும். இவ்வாருகக் கணக்கிடப் பட்ட மொத்த வெப்ப அளவைப் பொறுத்துச் சாதனத்தின் மற்ற பாகங்கள் திட்டமிட்டு அமைக்கப்படும்.

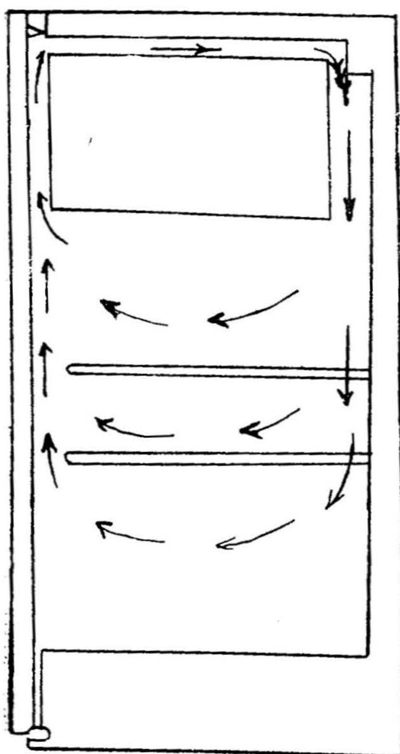


படம் 36
குளிர் பெட்டியில் பல பாகங்களின் அமைப்பு
இறுக்கி 2. சுருக்கி 3. ஆவியாக்கி

குளிர்சாதனப் பெட்டியும் அதனுள் அமைந்த ஆவியாக்கியும், தவிர மற்ற பாகங்கள் இறுக்கி, சுருக்கி, நுண் குழாய்(Capillary tube) ஆகியவையாகும். இறுக்கி ஆவியாக்கியினின்றும் குளிரூட்டியை உட்கவர்ந்து அதிக அழுத்தத்திற்கு அழுத்திப் பின்சுருக்கியினுள் செலுத்துகிறது. சாதனத்தின் செயலும் (performance) செயற் செலவும் (cost of operation) இறுக்கியைப் பொறுத்ததாகும். குளிர் சாதனத்தில் அசைகின்ற பாகங்கள் கொண்டது இறுக்கி ஒன்றே. பாகங்களின் தேய்வும்,அதன் மூலம் ஏற்படும் கசிவும் ஏற்படுவது இதில்தான். எனவே, இந்த இறுக்கி மிகுந்த எச்சரிக்கையுடன் கையாளப்பட வேண்டியதாகும். அநேகமாகக் குளிர் சாதனங்களில் அமைக்கப் படுவது பொறிப்பிட்ட (sealed) இறுக்கிகளாகும். இது காற்று நுழையாமல் அடைக்கப்பட்ட (Hermeti-

cally sealed) தாகும். இவ்வகை இறுக்கிகளால் உண்டாகும் பயன்களாவன:

1. அதிக வேகம்: (மின் பொறியுடன் (Electric motor) நேராக இணைக்கப் (directly coupled) படுகிறது.) 2. நகரக் கூடிய எப் பாகமும் வெளிப்புறத் தொடர்பு கொண்டிராது. 3. குறைந்த ஓசை. 4. குளிரூட்டி கசிவதில்லை. கணக்கிடப் பட்ட குளிர் அளவைப் (cooling load) பொறுத்து இறுக்கி தேர்ந்தெடுக்கப்படும்.



படம் 37

குளிர் பெட்டியினுள் காற்றின் அசைவு

சுருக்கி: குளிரூட்டி இதன் மூலம் செல்லும் போது வெப்பம் அகற்றப் பட்டு நீர்ம வடிவாக்கப் படுகிறது. இவ் வெப்பம் சுற்றுப்புறத்திலுள்ள காற்றின் மூலம் அகற்றப்படுகிறது. குளிரூட்டியில் ஏற்படும் மாற்றங்களாவன:

1. இறுக்கியினின்று வெளியாகிச் சுருக்கியினுட்புகும் வாயு மீச்சூட்டு நிலையிலிருந்து (super-heated state) தெவிட்டிய நிலைக்குக் (saturation temperature) குளிர்விக்கப்படும். ஏறக்குறைய சுருக்கிச் சுற்றின் (Condenser coil) நீளத்தில் 5 சதவிகிதம் பகுதியில் இம் மாற்றம் நிகழும்.

2. உள்ளுறை வெப்பத்தை (latent heat) வெளியேற்றி நீர்ம வடிவாகும் பகுதி: சுருக்கியின் பரப்பில் 85 சதவிகிதம் இப் பகுதிக்காக அமையும். இம் மாற்றம் நிகழ சுருங்கும் வெப்பநிலை (temperature of condensation) சுற்றுப்புறக் காற்றின் வெப்ப நிலையைவிடச் சுமார் 15°C அதிகமாக இருத்தல் வேண்டும்.

3. மிகக் குளிர்விக்கும் பகுதி (Sub cooling): இதில் நீர்மம் தெவிட்டிய (Saturation) வெப்ப நிலைக்கும் கீழாகக் குளிர்விக்கப்படும். நுண்குழாய் மூலம் சுலபமாகப் பாய இஃது அவசியமாகும்.

மாற்றப்படும் வெப்ப அளவு குழாயின் பரப்பளவு, வெப்ப நிலை வேறுபாடு, குழாயின் உலோகம், குளிர்விக்கும் ஊடகத்தின் (cooling medium) அளவு, குழாயின் பரப்பின் தன்மை (Condition) ஆகியவற்றைப் பொறுத்ததாகும். குளிர்விக்கும் ஊடகமாகப் பயன்படுவது வளிக்காற்றே (Atmospheric air). இது சுருக்கிக் குழாயின் மேலாகப் போகும்போது வெப்பத்தைக் கவரும். இவ்வாறு காற்றைச் செலுத்த விசிறி ஒன்றும் தேவைப்படாது. குளிரூட்டியின் அளவு குறைவாக இருப்பதால் இயற்கையான வெப்பச் சுழலே (natural convection) போதுமானதாகும். ஆகவே, நல்ல காற்றோட்டமுடைய சுற்றுப்புறம் தேவைப்படும்.

நுண்குழாய் (Capillary tube): குளிரூட்டியை ஆவியாக்கியினுள் தேவைக்குத் தகுந்தவாறு செலுத்தவும் சாதனத்தின் அதிக, குறைந்த அழுத்தப் பாகங்களிடையே அழுத்த வேறுபாட்டை ஏற்படுத்தவும் நுண்குழாய் பயன்படுகிறது. குழாயின் நீளம், உள் விட்டம் (inside diameter), குழாயின் வெப்பநிலை ஆகியவற்றிற்கு ஏற்றவாறு அழுத்த வேறுபாடும் குளிரூட்டியின் அளவும் மாறுபடும். திரவம் நுண்குழாய் வழியாகச் செல்லும் போது, அதன் ஓட்டத்திற்குக் குழாயின் சுவரினால் தடை ஏற்படுகிறது. இத் தடை திரவத்தின் அழுத்தம் குறையக் காரணமாகும். திரவத்தின் அழுத்தம் படிப்படியாகக் குறைந்து பின் ஆவியாகத் தொடங்கும். இந்த ஆவிமாற்றத்தினால் குழாயினுள் அழுத்தம், வெப்பநிலை ஆகியவற்றில் திடீரென இறக்கம் ஏற்படும். இஃது ஆவி அடைப்பு (vapour lock) எனப்படும். குளிரூட்டி ஆவியாக்கியின் வெப்பநிலைக்குக் குளிர்விக்கப்படுகிறது. அதன் அழுத்தமும் ஆவியாக்கியின் அழுத்தத்திற்குச் சமமாகக் குறையும். நுண்குழாயில் குளிரூட்டிக்கு ஏற்படும் மாற்றங்களைப் படம் 38-ல் காணலாம்.

நுண்குழாயில் அசையும் பாகங்கள் ஒன்றும் கிடையாது. எனவே, அதை உபயோகிப்பதன் மூலம் அடையும் பயன்கள் வருமாறு:

1. தேய்வோ ஒட்டிக் கொள்ளவோ பாகங்கள் கிடையாது

2. சாதனம் ஓடாது நிற்கும்போது அழுத்தம் சமநிலைப் படுகிறது.

P
T
1
2
3
P & T
O
D

படம் 38
நுண்குழாயினுள் ஏற்படும் மாற்றங்கள்
1-2-திரவம் 2க்குப்பின் திரவமும் ஆவியும்
P: அழுத்தம் T: வெப்பநிலை D: நுண்குழாயின் நீளம்

3. குறைந்த விலை.

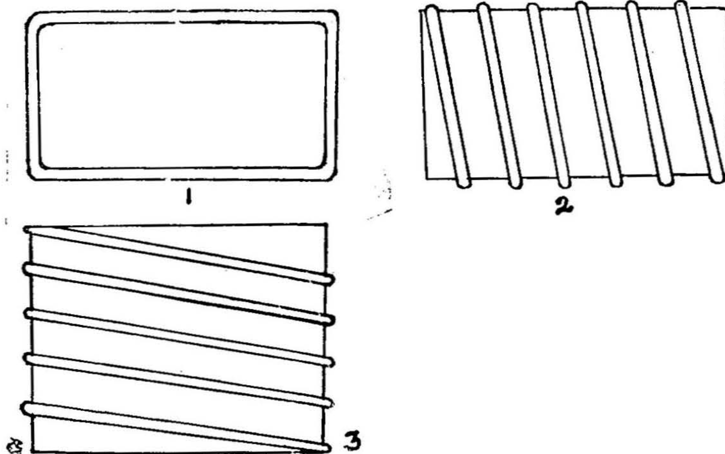
4. ஒரு வடிகட்டியைப் (Strainer or Filter)பொருத்துவதன் மூலம் குழாயைப் பேணுதல் தவிர்க்கப்படலாம்.

நுண்குழாய் இணைப்பில்லாத் தாமிரத்தால் (Seamless Copper) ஆனது; சிறிய விட்டம் உடையது. நீர்மம் இதனுள் செல்லுமுன் ஒரு வடிகட்டி (Strainer), உலர்த்தி (Drier) ஆகியவற்றின் மூலம் செலுத்தப்படும். அழுக்கு; ஈரம் போன்றவற்றைத் தடுத்து நிறுத்த இவை தேவையாகும்.

குழாயின் பாய்திறன் (flow capacity) இறுக்கியின் (Pumping capacity) உந்து திறனுக்குச் சமமாக இருக்க

வேண்டும். ஆகவே, சாதனத்தினுள் செலுத்தப்படும் குளிரூட்டியின் அளவு சரியானதாக இருக்கவேண்டும். நுண்குழாய் இறுக்கியின் உள்ளீர்ப்புக் குழாயோடு (suction line) சேர்த்துச் சிறிது தூரத்திற்கு ஒட்ட (Solder) வைக்கப்படும். இதன் மூலம் இரு குழாய்களுக்குமிடையே வெப்பமாற்றம் ஏற்பட்டுத் தெறிப்பு வாயு (flash gas) நுண் குழாயினுள் ஏற்படுவதைத் தவிர்க்க அல்லது அதன் அளவைக் குறைக்க இயலும் நீர்ம அழுத்தம் குறையும்போது அதனால் ஏற்படும் தெறிப்பு வாயு குழாயின் பாய்திறனை மிகவும் பாதிக்கும்.

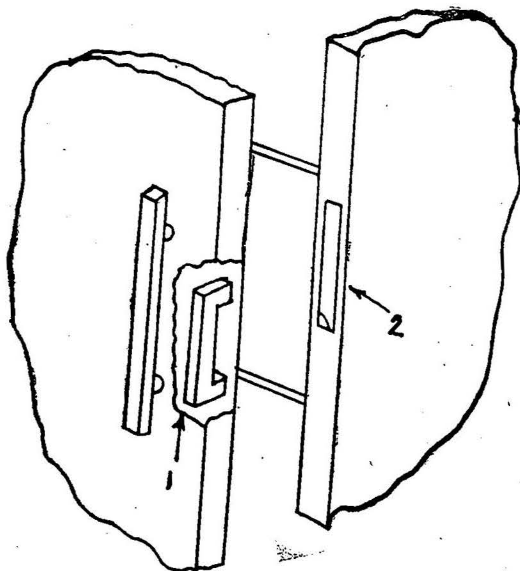
குளிரூட்டி ஆவியாக்கியின் (evaporator) மூலம் பாயும் போது ஆவியாகி, சுற்றுப்புற வெப்பத்தைக் கவர்ந்து வேண்டிய குளிர்ச்சியை உண்டாக்குகிறது. வீட்டுக் குளிர்சாதனத்தில் உட்பாகத்தின் மேல்பக்கத்தில் வைக்கப்படும். குளிர்சாதனப் பெட்டியினுள் மிகக் குளிர்ந்த பாகம் இதுவே. குளிர்ந்த காற்றுக் கீழ் நோக்கிச் செல்லுமாதலால் சாதனத்தின் உட்புறம் இயற்கையான வெப்பச்சுழல் (natural convection) ஏற்படும். காற்றின் வேகமும், பொருள்களின் ஈரம் உலர்த்துதலும் (Dehydration) குறைவாக இருக்க வேண்டும். குளிர்விக்கும் சுற்றின் (cooling coil) மேல் சுற்றும் காற்றின் அளவு, ஆவியாக்கி, மற்ற உட்புறம் ஆகியவற்றின் வெப்ப நிலைகளின் வேறுபாட்டைச் சார்ந்து இருக்கும். மேலும், ஆவியாக்கியின்



படம் 39
ஆவியாக்கியின் மூன்று தோற்றங்கள்
1. எதிர் தோற்றம் 2. பக்கத் தோற்றம் 3. கீழ்த் தோற்றம்

உருவம் (Shape), அளவு (Size), இடம் (Location), தடைகள் (baffles), பொருள்கள் வைக்கப்படும் முறை ஆகியவற்றைப் பொறுத்தும் காற்றின் போக்கு மாறுபடும்.

திரட்டுகலம்(Accumulator)—ஆவியாக்கியின் வெளி வாயிலில் (outlet) பொருத்தப்படும். சாதனம் இயங்க ஆரம்பிக்கும் பொழுது ஆவியாக்கியினின்று திரவம் இறுக்கியினுள் புகாத வாறு இது தடுக்கும். சேகரிக்கும் கலத்தில் ஆவியாகிப் பின் இறுக்கியினுள் செல்லும். உயவிடு எண்ணெய் (lubricating oil) மிக விரைவாகத் திரும்ப இறுக்கியினுள்செல்லுமாறு ஆவியாக்கி யினின்று திரவம் சேகரிக்கும் கலத்தின் அடிபாகத்தில் புகும். இறுக்கியின் உள்ளீர்ப்புக் குழாய் (Suction line) அதன் மேல் பாகத்தில் இணைக்கப்படும். எண்ணெய் இறுக்கியின் அடிப் பாகத்திற்குச் செல்லும். இக் கலத்தில்இருக்கும் குளிரூட்டியின் அளவுசாதனம் இயங்காதபோது அதிக பட்சமாகவும் (maximum), இயங்கும்போது குறைந்த பட்சமாகவும் (minimum) இருக்கும்.



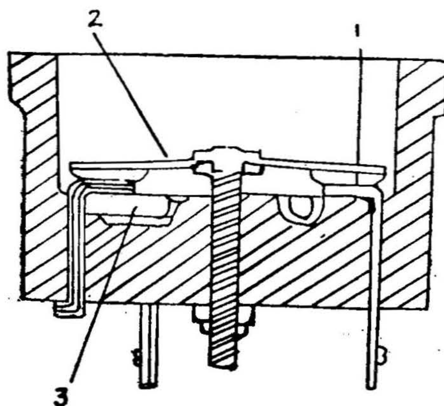
படம் 40

கதவு அமைப்பு

1. காந்தத் தாழ் (Magnetic Latch)
2. எஃகுச் சட்டம் (Steel Strike)

கட்டுப்படுத்தும் உறுப்புகள் (Control systems): குளிரூட்டி கட்டுப்பாடு (Refrigerant control) சாதனத்தில் குளிரவைக்கும் அளவிற்குத் தகுந்த அளவு குளிரூட்டியை ஆவியாக்கியினுள் செலுத்தவும், அதிக, குறைந்த அழுத்த பாகங்களில் (High and Low pressure sides) வேண்டிய அழுத்த வேறுபாட்டை (Pressure difference) ஏற்படுத்தவும் பயன்படுவதாகும். வீட்டுச் சாதனங்களில் நுண்குழாய் இதற்காகப் பயன்படுகிறது.

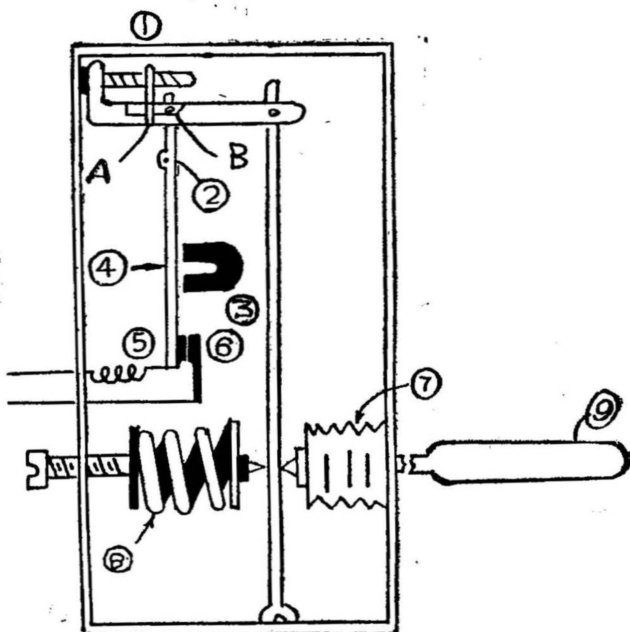
வெப்பநிலை காப்பு அல்லது மின்பொறிக் கட்டுப்பாடு (Thermostatic or Motor control): இது குளிர்சாதனத்தின் அறையினுள் (Cabinet) தேவையான வெப்பநிலை வரம்புகளை ஏற்படுத்தவும் சாதனத்தின் இயங்கு சுழல் நேரத்தைக் (Operating cycling time) கட்டுப்படுத்தவும் பயன்படுவது. இரு வகையான சீரமைப்புகள் (adjustmeet) மூலம் இது செயற்படும். (1) வரம்பு சீரமைப்பு—இதன் மூலம் பெட்டியின் வெப்பநிலையைக் குறைக்கவோ கூட்டவோ இயலும். (2) வேறுபாட்டுச் சீரமைப்பு (Differential adjustment)—இதன் மூலம் சாதனம் இயங்கும் நேரத்தைக் கட்டுப்படுத்த இயலும். வெப்பநிலைகளினால் செயற்படும் கட்டுப்பாடுகள் (Controls) வெப்பநிலைக் காப்புகள் எனப்படும். இவை மின்பொறியை இயக்கி நிறுத்துவதன் மூலம் குளிர்பெட்டியின் வெப்பநிலையைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன.



படம் 41
மிகைப்பளுக் காப்பான்
1. தொடு முனைகள் 2. இரு உலோகத் தகடு 3. சூடேற்றும் சுற்று

ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் சாதனம் இயங்கத் தொடங்கும். மற்றொரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் சாதனம்

நின்றுவிடும். இவ்விரு வெப்பநிலைகளும் வரம்புகளைக் (Range) குறிக்கும். இவ்வெப்பநிலைகளின் வித்தியாசம் வேறுபாட்டைக் (Differential) குறிக்கும். கூடியவரை இவ்வேறுபாடு அதிகமாக வைக்கப்படும். இது மின்பொறி அடிக்கடி இயங்கத் தொடங்கி நிற்பதைத் தவிர்க்கும். உதாரணமாக, சாதனம் வெப்பநிலை-5°C ஆனவுடன் இயங்கத் தொடங்கி-10°C ஆனவுடன் நின்றுவிடுமானால் வரம்பு-5°C-10°C ஆகும். இவ்வெப்பநிலைகளின் வேறுபாடு—எனவே, 5°C ஆகும். இத்தகைய ஒரு கட்டுப்பாடு இயங்கும் விதத்தைப் படத்தில் காணலாம்.



படம் 42

1. வேறுபாடு மாற்றம், 2. சுழலச்சு (Pivot) 3. நிலைக்காந்தம், 4. ஆர்மெச்சர், 5. அசையும் முனை, 6. நிலை முனை. 7. துருத்தி. 8. வரம்புமாற்றம் (Range Adjustment) 9. குமிழ்

அதிகச் சுமை காப்பு (Overload Protector)—இறுக்கியின் அதிகச் சுமைக்கான காரணங்கள் :

1. மின் ஓட்டம் (Current) அதிகமாக இருப்பது.
2. அதிகமான நீங்கு வெப்பநிலை (Exhaust Temperature).
3. காற்றோட்டமின்மை.

4. குளிரூட்டி சரியாகப் பாயாமல் இருப்பது.
5. சாதனத்தில் உள்ள தடை (Restriction) அல்லது உராய்வு (Friction).
6. அதிக நீங்கு அழுத்தம் (Discharge Pressure) அல்லது குறைவான உள்ளீர்ப்பு அழுத்தம் (Suction pressure)

இக்காரணங்களினால் இறுக்கியின் செயல் பாதிக்கப்படும் போது அதிகச் சுமை காப்பு மின்பொறிக்கு மின் ஓட்டத்தை நிறுத்திவிடும். ஒருவகைக் காப்பு இயங்கும் விதத்தைப் படத்தில் காணலாம்.

இஃது ஈர் உலோக (Bimetal) வகையைச் சேர்ந்தது. சாதாரணமாக இத் தகடுகளின் இரு முனைகளும் சேர்ந்து இருக்கும். வெப்பநிலை அதிகமாகும்போது உலோகத் தகடுகள் வளைவதால் இரு முனைகளுக்கிடையே தொடர்பு அற்று அதன்மூலம் மின் ஓட்டமும் தடை செய்யப்பட்டுவிடும். மீண்டும் வெப்பநிலை குறையுமானால் பழைய நிலைக்குத் திரும்பச் சென்று மின் ஓட்டமும் ஏற்படும்.

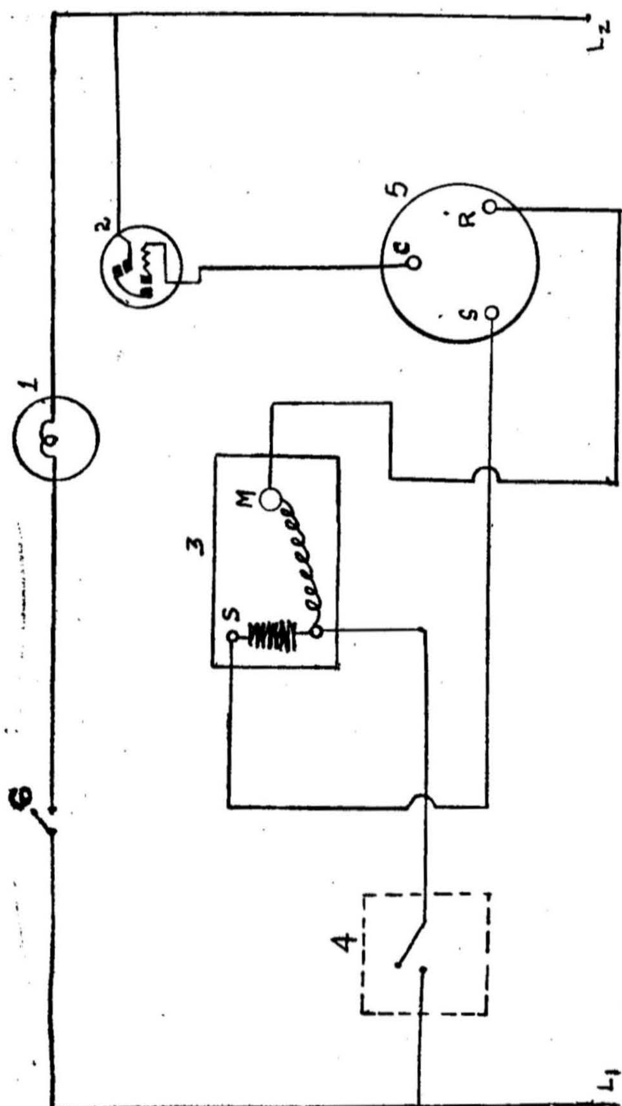
மின் சுற்றுச் (electrical circuit) சாதனத்தின் வெவ்வேறு பாகங்களையும் இணைக்கும் முறை படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

இம் மின்சுற்று மின்பொறி (motor), மின் வெப்பநிலைகாப்பு (Thermostat), தொடங்குமாற்று (starting relay), அதிகச் சுமை காப்பு (overload-protector).

மின் விளக்கு ஆகியவற்றை வீட்டிலுள்ள மின்சக்திக் கம்பிகளுடன் (electrical supply lines) இணைக்கும் விதத்தை விளக்குகிறது:

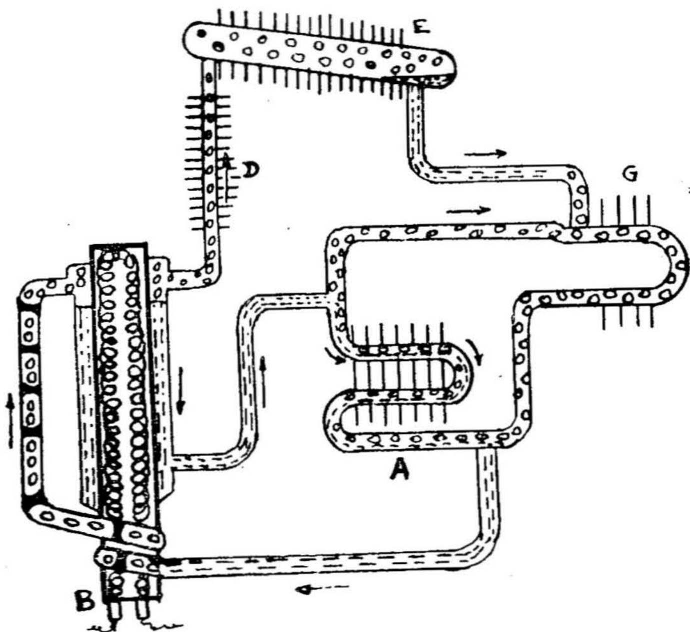
எலக்ட்ரோலக்ஸ் (Electrolux) குளிர்சாதனப் பெட்டி : இப் பெட்டி நகரும் பாகங்கள் ஒன்றுமின்றி இயங்குவதால் இவ் வகைச் சாதனங்கள் அடக்கமானவை (compact), செவ்வனே செய்யபட்டால் நீண்ட நாள் இயங்கக்கூடியவை ; எளிதில் இயக்கப்படுபவை. இவற்றில் ஊடகம் (medium) சுற்றுவது ஈர்ப்பினாலாகும் (by Gravity). இவை இயங்கும் விதம் வருமாறு :

அம்மோனியா (நீர்மம்) நீரகத்தின் (Hydrogen) முன்னிலையில் மிக எளிதாக ஆவியாகும் தன்மையுடையது. பம்பு எதுவும் தேவைப்படாமல் புவிஈர்ப்பின் மூலம் (Gravity) மின்



படம் 43
குளிர் சாதனத்தின் பின் சுற்று
1. விளக்கு, 2. மிகைப்பளு கரப்பான், 3. தொடக்க மாற்றக் கருவி (Starting Relay) 4. வெப்பக் கட்டுப்பாடு, 5. இறுக்கி, 6. கதவு சுவிட்சு
L_1, L_2 மின்சக்தி இணைப்பு

சூடேற்றி (electric heater) அல்லது ஒரு வாயு விளக்கினின்றும் (Gas burner) வருகின்ற வெப்பத்தைக்கொண்டும் அம்மோனியா சாதனத்தில் சுழலும். இச்சாதனத்தின் பாகங்கள்.



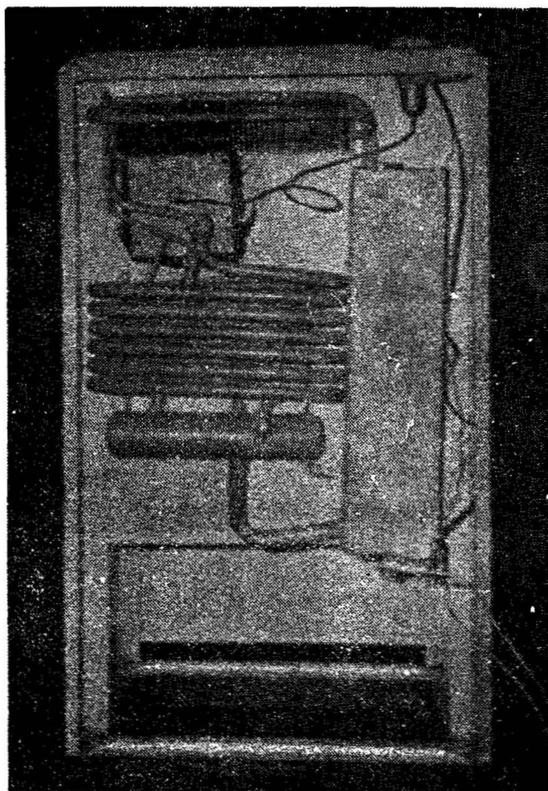
படம் 44

எலக்ட்ரோலக்சு சாதனம் வெப்பமாற்றிகள் (C, F இரண்டும் தவிர்த்து

உறிஞ்சி (Absorber) (A)–இதனுள் வடிகட்டிய (distilled நீரில் அம்மோனியா கலந்த வீரியக் கலவை உள்ளது.

வாயு விளக்கு அல்லது சுடேற்றி (B)—கொளுத்தப்படும்போது கொதிகலனில் உள்ள அம்மோனியாக் கலவை வெப்பத்தைக் கவர்ந்து அதன் சுழலைத் துவங்கும். உறிஞ்சியிலுள்ள வீரியக் கலவை வெப்பமாற்றி (C)யின் மூலம் பாய்கிறது. இது வெப்ப மாற்றியில் கொதிகலனிலிருந்துவரும் வீரியம் குறைந்த சூடான கலவையினால் சூடேற்றப்படும். அது கொதிகலனில் பாயும் போது அம்மோனியா வாயு விடுவிக்கப்பட்டு மேலெழும்பும். இவ் வாயு திருத்தியின் மூலம் சென்று சுருக்கி (condencer—(Eயை) அடைகிறது. திருத்தியில் வாயுவில் ஏதேனும் நீர்த் திவலைகள் இருந்தால் அவை வடிக்கப்படும். சுருக்கியில் வாயு திரவமாகச்

சுருக்கப்பெற்று ஈர்ப்பினுல் நீரகம் நிறைந்த ஆவியாக்கி (G) யினுள் பாய்கிறது. பின் சுற்றுப்புறத்தினின்று உள்ளுறை வெப்பத்தை (latent heat) உறிஞ்சி ஆவியாகும். இதனுல், ஆவி யாக்கியைச் சுற்றி செறிவார்ந்த (intense) குளிர்ச்சி ஏற்படும். இந்த ஆவியாக்கி சர்தனத்தின் உணவு அறையில் (food cabinet) அமைக்கப்படுவதால் உட்புறம் குளிர்விக்கப்படும்.



படம் 45

எலக்ட்ரோலக்சுப் பொறி

அம்மோனியா நீரகக் கலவை வாயு வெப்பமாற்றி (gas heat exchanges)—(F) மூலம் உறிஞ்சியை அடையும். வெப்பமாற்றி F)-ல் உறிஞ்சியினின்றும் வருகின்ற நீரகத்தைக் குளிரச் செய்யும். உறிஞ்சியில் அம்மோனியா நீரில் கலந்து வீரியக்

கலவையாகும். நீரகம் மேலெழும்பி வெப்பமாற்றியின் (F) மூலம் ஆவியாக்கியை அடையும். இவ்வாருகச் சுழல் முடிவடையும்.

ஏற்கனவே கூறியபடி இச் சாதனங்களின் முக்கியப் பலன்கள்; இறுக்கி, பம்பு, விசிறி போன்ற பொறிகள் தேவைப்படாதவை. அதனுல், ஓசையின்றி இயங்கும் பாகங்கள் தேய்வுரு. எனவே, இவற்றைப் பேணுதல் (maintenance) எளிதாகும். இவற்றின் செயற்கெழு (coefficient of performance)

$$= \frac{\text{ஆவியாக்கியில் (G) கவரப்பட்ட வெப்ப அளவு}}{\text{சூடேற்றியினின்று (B) தரப்படும் வெப்ப அளவு}}$$

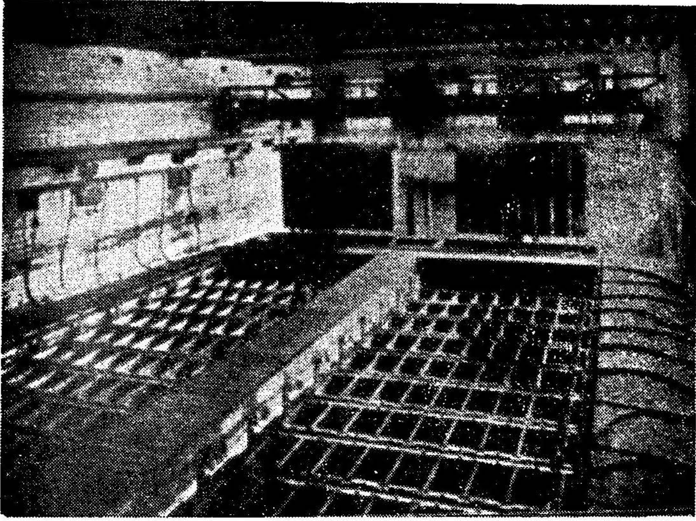
இச் சாதனங்களில் வேண்டிய குளிரைப் பெற, ஆவியிறுக்கச் சாதனங்களைவிட சிறிது நேரம் அதிகமாகும். தாழ்ந்த நிலை சக்தி வீடுகளில் கிட்டாதாயின் இவைகளை மின்சக்தியினுல் இயக்கும்பொழுது தினசரி பேணும் செலவு சிறிது மிகுதியாகவேயிருக்கும்.

5. வணிகக் குளிர்சாதனங்கள்
(Commercial Refrigerators)

உணவுப் பொருள்களைப் பாதுகாத்துச் சேமித்து வைக்கச் சிறந்த வழி அவற்றைக் குளிர் அறைகளில் (cold storage) வைப்பதாகும். சிறிய அளவில் வீடுகளில் சேமிக்க வீட்டுக் குளிர்சாதனங்கள் (domestic refrigerators) பயன்படுவன போல அதிக அளவில் பாதுகாக்க வணிகக் குளிர்சாதனங்கள் (commercial refrigerators) பயன்படுகின்றன. ஆனால், இம் முறையில் சேர்த்துப் பாதுகாத்து வைத்தல்மட்டுமன்றிப் பொது மக்களைக் கவரும் வண்ணம் உணவுப் பொருள்களைக் கண்கவரும் காட்சிப் பொருளாகவும் வைத்தல் வேண்டும். வணிகச் சாதனங்கள் குளிர் அறைகள் (cold storages), காட்சிப் பெட்டிகள் (display cabinets), ஐஸ் கிரீம் பெட்டிகள் (ice cream cabinets), சோடா ஊற்றுகள் (Soda fountains) எனப் பல வகைப்படும். ஒவ்வொன்றிற்கும் உபயோகப்படும் முறையின் காரணமாக இப் பெயர்கள் ஏற்பட்டன.

மேற்கூறிய எல்லாச் சாதனங்களும் குளிர்சாதனப் பொறியின் உதவி கொண்டு இயங்குவன ஆகும்.

குளிர் அறைகள்: பெரிய குளிர் சாதனங்கள் போலவே அமைக்கப்பட்டிருந்தாலும் வைக்கப்படும் பொருள்களுக்கேற்ற வாறு சிறு அறைகள் கொண்டதாக இருக்கும். காய்கறிகளையும், பால் பண்ணைப் பொருள்களையும் வைக்கும் அறை 0°C வெப்ப நிலையிலும், இறைச்சி மற்றுமுள்ள பொருள்களை உறையவைக்கவும் (freezing) சேர்த்து வைக்கவும் (storage) உள்ள அறை—20°C வெப்ப நிலையிலும் வைக்கப்படும். ஒவ்வொரு சாதனமும் தனித்தனியாகத் திட்டமிட்டு அமைக்கப்படல் வேண்டும். சேமித்து வைக்கப்படும் பொருள்கள், அவற்றின் அளவு, அடுக்கப்படும் முறை ஆகியவற்றைக் கருத்திற் கொண்டு சிக்கனமான முறையில் அமைக்கப்பட வேண்டும்.



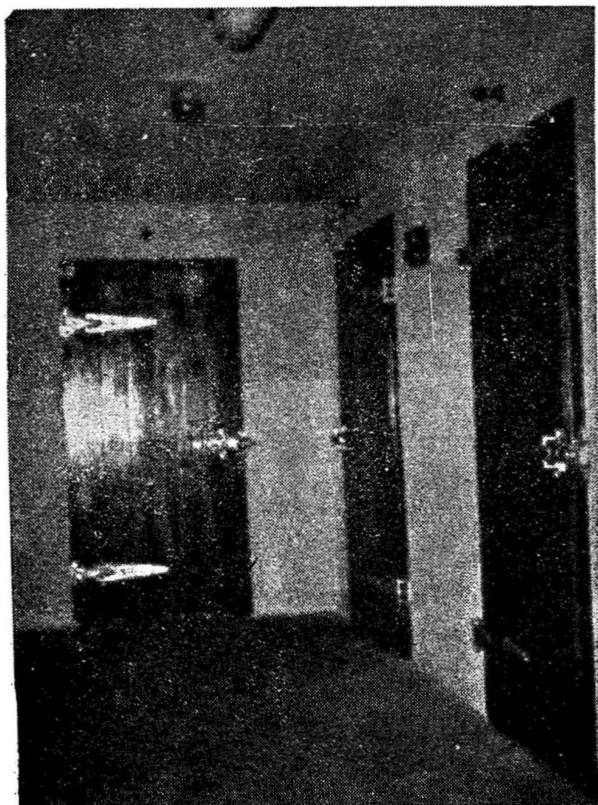
படம் 46
பனிக்கட்டிகள் தயாராகும் பகுதி



படம் 47
குளிர்க்கிடங்கில் இறைச்சி

பிற் காலத்தில் விரிவாக்கப்பட வேண்டுமானல் அதையும் மிகக் குறைந்த செலவில் அமைக்குமாறும் திட்டமிடல் வேண்டும். குளிரவைக்கப்பட்ட பகுதி, விலைமதிப்புடையது. எனவே; அப் பகுதியை முறையாகக் காப்பிட (insulate) வேண்டும். அப் பகுதியின் கன அளவையும் (volume) கூடியவரை குறைந்த அளவில் அமைப்பது அவசியம்.

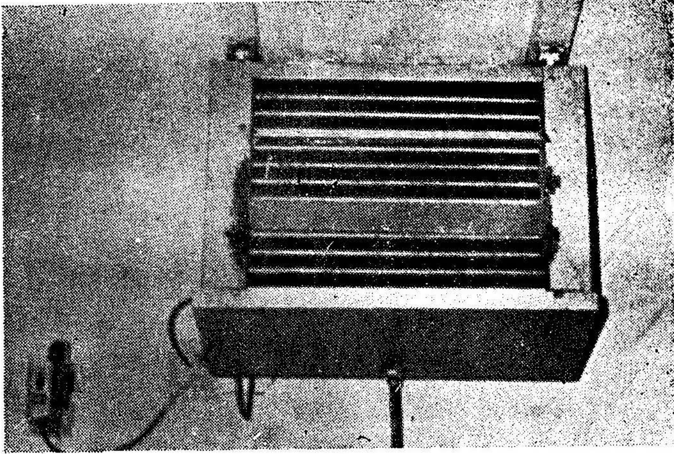
சாதாரணமாக ஒவ்வொரு சேமிப்பு இடத்திலும் குளிர வைக்கும்அறை (Chill Room), பதப்படுத்தும் அறை (Processing Room), விரைவில் உறைய வைக்கும் அறை (Quick Freezing Room), பூட்டும் அறை (Locker room) எனப் பல பகுதிகள் இருக்கும்.



படம் 48

குளிர்க்கிடங்குகள் : புறத் தோற்றம்

குளிர வைக்கும் அறை 0°C யிலிருந்து 5°C வரை வெப்ப நிலையில் இருக்கும். இறைச்சி போன்ற பொருள்களினின்று

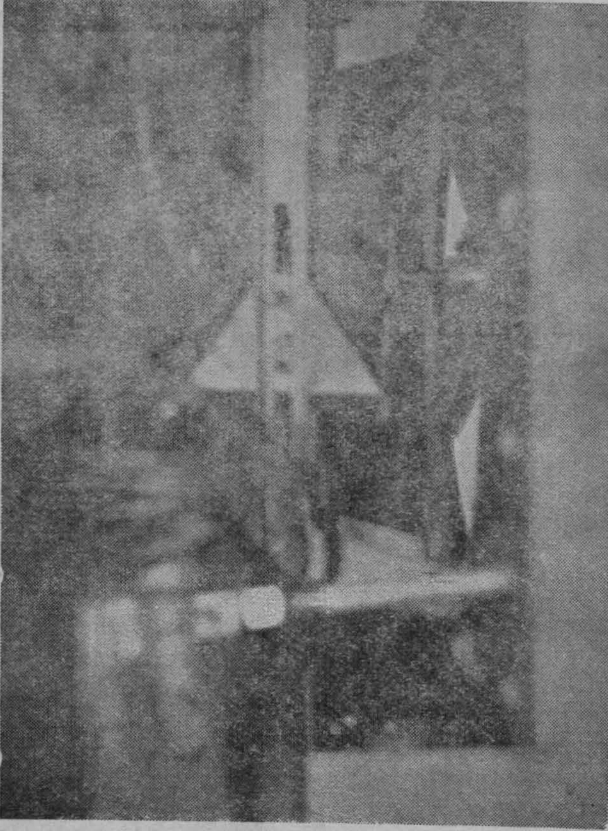


படம் 49
குளிர்க்கிடங்கின் அலகுக் குளிர்ப்பான் (Unit cooler) முன்தோற்றம்

வெப்பத்தை அகற்றப் பயன்படும். பதப்படுத்தும் அறை நன்ருகக் காப்பிடப்பட்டு இருக்கும். ஆனால், குளிர வைக்கப்படாது. இந்தப் பகுதியில் பொருள்களைத் தகுந்த அளவில் வெட்டி, சுத்தப்படுத்தி. நன்ருக உறையிலிட்டுச் சீட்டுகள் ஒட்டித் தனித்தனியாக வைக்கப்படும். விரைவில் உறைய வைக்கும் அறை—20°C யிலிருந்து—25°C வரை வெப்பநிலையில் இருக்கும். பொருள்கள் பூட்டும் அறைகளில் வைக்கப்படுமுன் இவ்வறைக்குக் கொண்டுவரப்பட்டு விரைவாகக் குளிர்விக்கப்படும்.

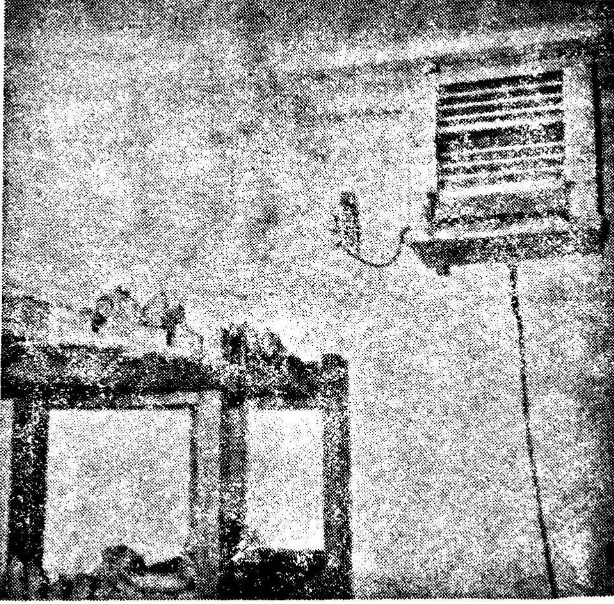
மேற்குறிப்பிட்ட எல்லா அறைகளும் தகுந்த முறையில் காப்பிடப்பட்டு வெப்பம் உட்புகுதல் அதிகமாக நேராவண்ணம் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இத்தகைய குளிர் சேமிப்பு அறைக்குத் தேவையான குளிர் சாதனப் பொறியின் அளவு அதிலுள்ளவெப்பப்பளுவைப் (heat load) பொறுத்ததாகும்.

இவ் வெப்ப அளவு: 1. சுவர்கள், கூரை, தரை ஆகியவற்றின் மூலம் கசியும் வெப்பம்; 2. குளிர வைக்கப்படும் பொருள்களினின்றும் வெளிப்படும் வெப்பம்; 3. கதவுகள்



படம் 50
அலகுக் குளிர்ப்பான் பக்கத் தோற்றம்
விரிவுவால்வு, விசிறி ஆகியவற்றைக் காணலாம்

திறக்கப்படும்போது உட்புகும் சுற்றுப்புறக் காற்றிலுள்ள வெப்பம்; 4. அறைகளிலுள்ள விளக்குகள் போன்ற சாதனங்

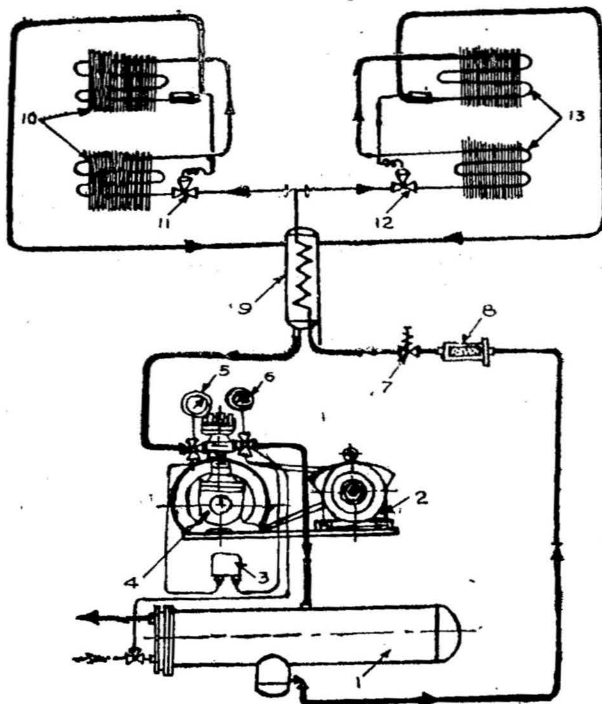


படம் 51
குளிர்பண்டகத்தின் உட்புறம்

களிலிருந்து வெளிப்படும் வெப்பம் ஆகியவற்றைக் கணக்கிட்டு முடிவு செய்யப்படும். இந்த அளவு வெப்பத்தை வெளியேற்றும் முறையில் குளிர் சாதனப் பொறியின் வெவ்வேறு பாகங்கள் திட்டமிடப்படும்.

காட்சிப் பெட்டிகள் (Display case): இவை அழுகும் பொருள்களைக் கண் கவரும் முறையில் அடுக்கி வைக்க உதவும். வாடிக்கையாளர்களின் பார்வையில் அவர்கள் வாங்குவதற்காக வைப்பதற்கே இப் பெட்டிகள் உதவுகின்றன. எனினும், விற்பனை ஆகாத பொருள்கள் கெட்டுவிடாமலிருக்க இப் பெட்டிகள் தகுந்த முறையில் குளிர வைக்கப்படும். அழுகும் பொருள்கள்மட்டுமன்றி குறைந்த வெப்ப நிலையில் வைக்கப்பட வேண்டிய மருந்துகள் போன்ற பொருள்களுக்கும் இப் பெட்டிகள் அவசியமானதாகும். வணிகர்களுக்குப் பொது மக்களின் பார்வையில் படுமாறு வைக்கமட்டுமன்றி அவற்றைக் கெடாமல் பாதுகாக்கவும் இப் பெட்டிகள் இரு வழிகளில் பயன்படு

கின்றன. இவை மிக்க கவனத்துடன் திட்டமிடப்பட வேண்டும். பொது மக்களின் கண்ணைக் கவரும் பரப்பளவு அதிகமாக இருக்குமாறும் குளிர வைக்கப்படும். கன அளவு குறைவாக இருக்குமாறும் அமைதல் வேண்டும். சுவர்கள் கன

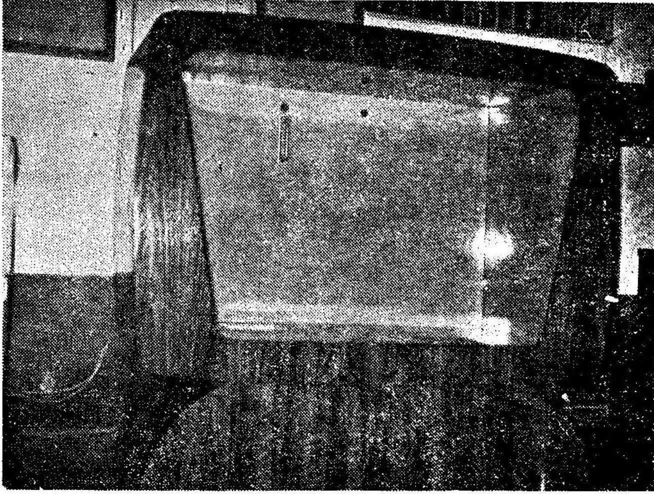


படம் 52
இரு ஆவியாக்கிகளைக் கொண்ட குளிர் சாதனம்
(குளிர்க்கிடங்கில் இரு அறைகளை வெவ்வேறு வெப்ப நிலையில் வைக்க உதவும்)

1. சுருக்கி, 2. மின்பொறி, 3. அழுத்தக் கட்டுப்பாடு, 4. இறுக்கி 5, 6. அழுத்தமானிகள், 7. வால்வு, 8. உலர்த்தி, வடிகட்டி, 9. வெப்ப மாற்றி, 10, 13. ஆவியாக்கிகள், 11, 12. பிரிவுவால்வுகள்.

மாக இருந்தால் உட்புகும் வெப்பம் குறைவாக இருந்தாலும் அதன் மூலம் பார்ப்பது கடினமாக இருக்கும். ஆகவே, சரியான அளவு கனமுடையதாகத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். குளிர் அறையின் கன அளவு, உட்புகும் வெப்ப அளவு, காக்கப்படும் பொருள்கள் ஆகியவற்றைப் பொறுத்து ஏறக்குறைய 75 m.m. கனமுடைய காப்புப் (insulation) போதுமானதாக இருக்கும்.

முன்புறம் உள்ள கண்ணாடிகளின் எண்ணிக்கையும், அவற்றிடையே உள்ள காற்று வெளியும் ஒளி விளக்குகளும் இவ்வாறே சரியான முறையில் அமைக்கப்படல் வேண்டும். மூன்று

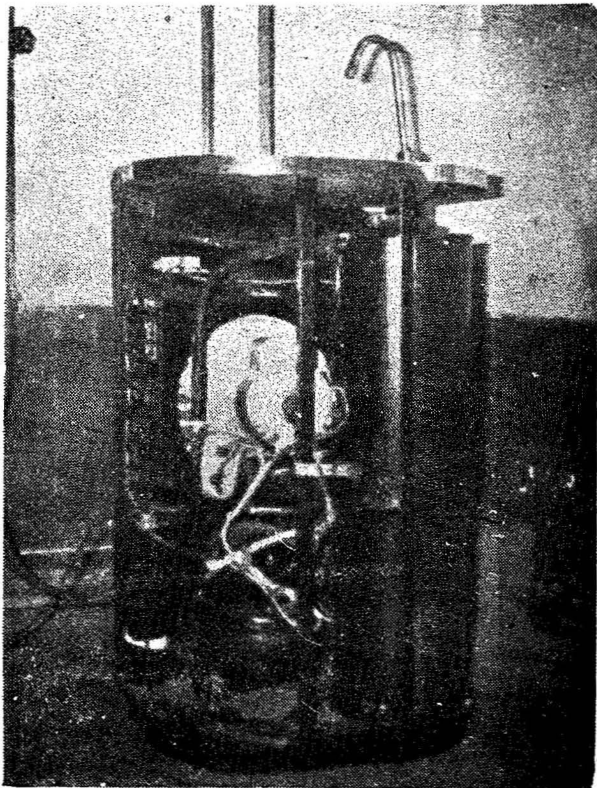


படம் 53
குளிர் காட்சிப் பெட்டி (Refrigerated Display Cabinet)
நன்றி முதல்வர், ஜி. சி. டி.

கண்ணாடிகளும், அவற்றிடையே உள்ள இரு காற்று வெளிகளும் (15 முதல் 20 மி. மீ வரை) அநேகமாகப் போதுமானதாக இருக்கும். உள்ளே வெவ்வேறு பாகங்களில் வேண்டிய வெப்ப நிலைகளுக்கு ஏற்றவாறு குளிர்சாதனப் பொறியின் ஆவியாக்கி அமைக்கப்படும். ஆவியாக்கியின் குழாய்கள் கண்ணிற்படாமலும், வெப்பநிலை பொருள்களைப் பாதிக்காதவாறும் அமைக்கப்படும்.

இவை தவிர உணவு விடுதிகளில் பயன்படும் ஐஸ் கிரீம் பெட்டிகளும், சோடா ஊற்றுகளும், குளிர் சாதனப் பொறியின் உதவிகொண்டு இயங்குவனவே. ஐஸ் கிரீம், குடிநீர், மற்றும் பானங்கள் ஆகியவற்றைச் சேமித்து வைக்கவும் (storing), எடுத்து வழங்கவும் பயன்படுவன ஆகும். மேலும் தொழிற்சாலைகள் மற்றும் பொதுமக்கள் கூடுமிடம் ஆகியவற்றில் குடி தண்ணீர் வழங்க குடிநீர்க் குளிர்சாதனங்களிலும் (Drinking water coolers) குளிர்சாதனப் பொறி பயன்படும். மிகக்

குளிர்ந்த அல்லது சூடான நீர் குடிப்பதற்கு உகந்ததன்று; தாகத்தையும் தணிப்பதற்கு உதவாது. ஏறக்குறைய 10°C முதல் 15°C வரை உள்ள தண்ணீர் குடிப்பதற்கு ஏற்றதாகும். தகுந்த வெப்பநிலையில் குடிதண்ணீர் கிடைக்குமாறு செய்ய குடிநீர்க் குளிர்சாதனங்கள் பயன்படும்.



படம் 54

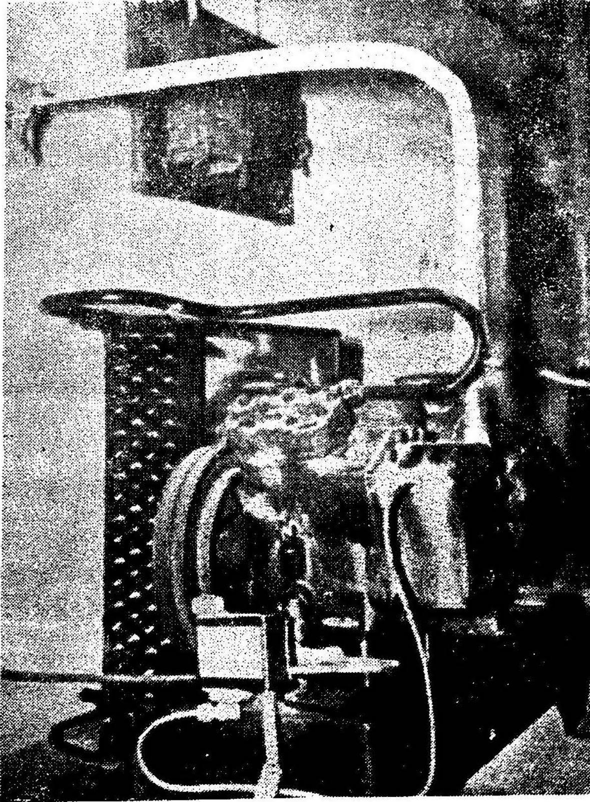
குடிநீர்க் குளிர்சாதனம்: அகத் தோற்றம். நன்றி முதல்வர் ஜி. சி. டி.

இன்னும் மிகுந்த அளவில் பனிக்கட்டிகள் தயார் செய்யவும் பெரிய வணிகக் குளிர்சாதனப் பொறிகள் பயன்படுகின்றன. இவற்றில் பயன்படும் குளிரூட்டிகள் ஈரமற்ற அம்மோனியா (Anhydrous Ammonia), ஃப்ரீயான்-12(Freon 12), கரியமில வாயு ஆகியவையாகும். தேவைக்கு ஏற்றவாறு ஆவியாக்கியின் வெப்பநிலையைக் குளிரூட்டிகளின் அழுத்தங்களை மாற்றுவதன்

மூலம் கூட்டவோ குறைக்கவோ இயலும். இரு வகைகளில் வெப்பம் கவரப்படும்.

1. நேர் விரிவு (Direct expansion) : இம்முறையில் குளிரூட்டி, குளிரவைக்கப்படும் அறையிலுள்ள குழாய்களில் ஆவியாதல் மூலம் வெப்பத்தை நேரிடையாகக் கவர்கின்றது.

2. மறைமுக விரிவு (Indirect expansion) : இம்முறையில் நீர் அல்லது உப்பு நீர் (Brine) போன்ற ஊடகம் வெப்ப மாற்றுதலுக்குப் பயன்படும்.



படம் 55
குளிர்க்கிடங்கு ஒன்றின் பொறி சுமார் 3 டன் அளவுள்ளது.

ஆவியாக்கியின் குழாய்களில் ஆவியாகும் குளிரூட்டி இந்த ஊடகத்தினின்றும் வெப்பத்தைக் கவரும். அவ்வாறு குளிர்விக்கப்பட்ட ஊடகம் குளிர் அறைகளில் வெப்பத்தைக் கவர பயன்படும். மிகப் பெரிய சாதனங்களில் இம்முறை நன்கு பயன்படும். குறைந்த பளு உள்ள நேரங்களில் குளிர்ச்சியைத் தேக்கி சேமித்து வைக்கப் பயன்படும்.

வணிகக் குளிர்சாதனப் பொறிகள் அளவிலும், உருவிலும் பெரியனவே தவிர, சிறு சாதனங்கள் இயங்கும் முறையிலேயே அவை இயங்கும். இச் சாதனங்களின் வெவ்வேறு பாகங்களும் செயல் முறையில் ஒத்தே இருக்கும்.

6. குறைந்த வெப்பநிலைக் குளிரியல்

(Low Temperature Refrigeration)

குளிரியல் இயக்கங்கள் யாவும் சுற்றுப்புறத்தினின்றும் குறைவான வெப்பநிலையை ஏற்படுத்தவே உள்ளன. எனினும் தேவைக்கேற்றவாறு இவ்வெப்பநிலை மாறுபடும். நீரின் உறைநிலைக்குச் சிறிது குறைவான வெப்பநிலையே குறைவான வெப்பநிலை எனக் கொள்பவர் முதல் தனிப்பூச்சிய வெப்பநிலையின் (absolute zero of temperature) பக்கமாக உள்ளவற்றையே குறைந்த வெப்பநிலை எனக் கொள்ளும் ஆராய்ச்சியாளர்கள் வரை இப் பதத்தைப் பயன்படுத்தலாம். இப் பிரிவில் குறைந்த வெப்ப நிலை-50°Cக்கும் குறைவான வெப்ப நிலைகளையும், அவற்றை அடையும் பல வழிகளையும் பற்றிக் கூறப்படும்.

சாதாரண வெப்பநிலையில் பொருள்களின் மூலக்கூறுகள். அணுக்கள் முதலியவை நிலைத்தானத்திலிருந்து (Equilibrium position) அதிக வேகமுடன் அதிரும் தன்மையுடையவை. அவற்றின் இயக்க ஆற்றல் வெப்பநிலையைச் சார்ந்ததாகும். பொருள்களின் தன்மைகளை நன்கு ஆராய, மூலக்கூறுகளின் வேகத்தைக் குறைத்தல் அவசியம். வெப்பநிலையை மிகவும் குறைப்பதன் மூலம் இஃது இயலும். மேலும், இன்றைய தொழில் வளர்ச்சியின் காரணமாகப் பல்வேறு துறைகளில் குறைந்த வெப்பநிலை தேவைப்படுகிறது. அவற்றில் சில வருமாறு :

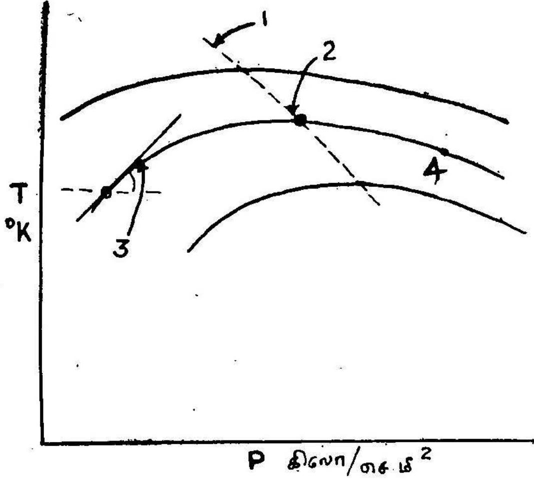
உலோகங்களைப் பதப்படுத்துவதற்கும், பலவித வாயுக்களைத் நீர்ம வடிவில் சுருக்கவும், மாறுபட்ட சூழ்நிலைகளில் மக்களின் பொருள்களின் இயல்புகளை அறியவும், குறைந்த வெப்பநிலை தேவையாகும். உயிர்வளி, நீரகம், ஹீலியம் போன்ற வாயுக்களைக் காற்றிலிருந்து பிரித்தெடுத்துப் பயன்படுத்த இயலும். கரியமிலவாயு திடப்பொருளாக மாற்றப்பட்டு வில்லைகளாக, உலர்பனி (Dry Ice) என்ற பெயரில் தயாரிக்கப்படுகிறது. செயற்கை மழை ஏற்படுத்துவதிலிருந்து

எளிதாகவும், விரைவாகவும், குளிர்ச்சி ஏற்படுத்துவது வரை அநேக துறைகளில் இது பயன்படுகிறது. உதாரணமாக ஆய்வுக் கூடங்களில் பொருள்களின் குறைந்த வெப்ப நிலைத் தன்மைகளை அறியவும், அவற்றை நடைமுறையில் யாவர்க்கும் பயன்படுமாறு செய்யவும், குறைந்த வெப்பநிலைகளை விரைவில் உருவாக்கவும், திரவ வடிவிலுள்ள நீரகம் போன்ற வாயுக்கள் மிகவும் பயன்படும். உயிரணுக்கள் கொண்ட பொருள்களைக் (Biological products) கெடாமல் பாதுகாக்கவும், மிகக் குறைந்த வெப்பநிலையில் உலோகங்களின் மிகைக்கடத்தும் திறனை (Super conductivity) உரிய அளவில் பயன்படுத்தவும், வேதியல் துறையில் பொருள்களின் வெப்பம் என்ட்ராபி அளவுகளை அறிந்து வினைகளின் இயல்புகளை மேலும் அறியவும், இன்னும் பல விதங்களிலும் குறைந்த வெப்ப நிலைகள் பயன்படும். இவ் வெப்பநிலைகளை அடையும் பல முறைகள் பற்றி இனிக் கூறப்படும்.

1, உப்புப் பனிக் கலவைகள்: சாதாரணமாகப் பனி உருகும் நிலை 0°C ஆகும். இதற்கும் குறைவான வெப்பநிலைகளை ஏற்படுத்த பனியைச் சோடியம் குளோரைடு, அம்மோனியம் சல்பேட் போன்ற உப்புகளுடன் கலந்த கலவையைப் பயன் படுத்தலாம். கலவையின் உருகுநிலை அதன் தனிக் கூறுகள் (elements) ஒவ்வொன்றின் உருகுநிலைகளைவிடக் குறைவாக இருக்கும். சுற்றுப்புற வெப்பத்தைக் கவர்ந்து பனி உருகும். உப்பு இதில் கரைவதன் மூலம் உப்புக் கலவையாக மாறி பனியை உருகச் செய்யும். இவ்வாறு பனி உருகுதலும், உப்புக் கரைதலும் மேலும் நிகழ்ந்து குறிப்பிட்ட செறிவுள்ள (Concentration) கலவையும் ஒரே நிலையான குறைந்தபட்ச வெப்ப நிலையும் ஏற்படும். உதாரணமாக அம்மோனியம் சல்பேட் பனி கலவை 38 சதவிகிதத்தில் 19·1°C வெப்பநிலையை அடையும். இம் முறை ஏற்கனவே கூறப்பட்ட இரண்டாம் நிலைக் குளிருட்டிகளைப் பயன்படுத்தும் முறையே ஆகும்.

2. காற்றை விரிவுபடுத்துதல் (Expansion of gases): காற்றுக் குளிர்சாதனங்களில் என்ட்ராபி மாறு முறையில் காற்றை விரிவாக்கிக் குளிர்ச்சி ஏற்படுத்தும் முறை காற்றுக் குளிர் சுழலில் பயன்படும். இம்முறை தவிர காற்றை ஊசி வாய்ப் பெருக்க (throttling) முறையில் விரிவாக்கும்போது அது தனிவிரிவு (free expansion) எனப்படும். இம்மாற்றம் மொத்த வெப்பம் மாறாமல் நிகழும். இரு அழுத்தங்களுக்கிடையே இவ்வாறு விரிவாக்கப்படும்போது வெப்பநிலையில்

ஏற்படும் மாற்றத்தை ஜூல்-தாம்ஸன் எண் (Joule-Thomson coefficient) மூலம் அறிய இயலும். இவ்வெண் வெப்பநிலை அழுத்தம் ஆகியவற்றைச் சார்ந்து மாறுபடும்.



படம் 56

1. தன்மாற்றக் கோடு (Inversion Curve)
2. தன்மாற்ற நிலை (Inversion point)
3. சாய்வு (Slope)-ஜூல் தாம்ஸன் எண் (Slope : Joule- Thomson Coefficient)

$$\mu = \left(\frac{dT}{dP}\right)_H$$

இச் சமன்பாட்டில்

μ : ஜூல்—தாப்ஸன் எண்

dT: வெப்பநிலை வேறுபாடு

dP: அழுத்த வேறுபாடு

வளைவின் (Bracket) பின் உள்ள 'H' சம மொத்த வெப்பத்தைக் (Constant Enthalpy) குறிக்கும்.

இம்முறையில் வாயுக்கள் விரியும்போது ஏற்படும் மாற்றங்களைப் படம் 56-ல் காணலாம். வரைபடத்தில் குறிக்கப்பட்ட வளைவுக் கோடுகளின் சாய்வு (Slope) குறிப்பிட்ட நிலையில் ஜூல்—தாம்ஸன் எண்ணின் மதிப்பாகும். எந்த ஒரு வாயுவுக்கும் இவ்வெண் பூச்சியமாக உள்ள ஒரு தன்மாற்ற நிலை

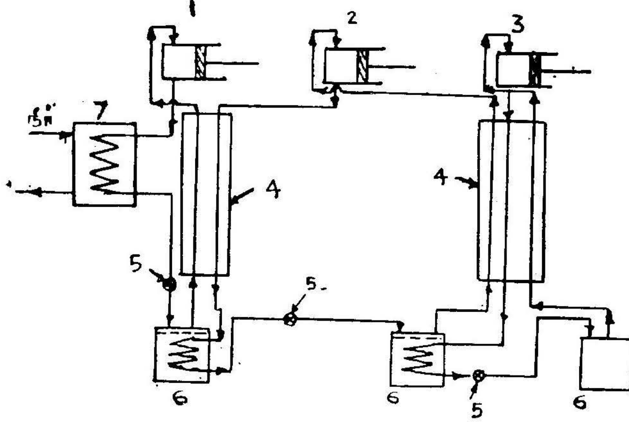
(inversion point) இருக்கும். இந்நிலைக்கு மேலான அழுத்தத்தில் விரிவு வெப்பநிலையை அதிகரிக்கும். ஆனால், இதற்குக் கீழான அழுத்தத்தில் விரிவு வெப்பநிலையைக் குறைக்கும்.

படத்தில் 4-ல் இருந்து 2 வரை ஏற்படும் விரிவு, வெப்ப நிலையை அதிகரிக்கும். இப்பகுதியில் சம மொத்த வெப்பக் கோட்டின் சாய்வு எதிராக இருக்கும். 2ல் பூச்சியமாக இருக்கும். 2லிருந்து 3வரை சாய்வு நேராக (Positive) இருக்கும். இவ்வாறு நேர்மதிப்பு உடைய ஜூல்—தாம்ஸன் எண் கொண்ட முறைகளைக் கொண்டு உயிர்வளி போன்ற வாயுக்களைத் தயாரிக்கத் தேவையான குறைந்த வெப்பநிலைகளை ஏற்படுத்த இயலும்.

3. **ஆவியாக்குதல்** (Evaporation) : நன்றாகக் காப்பிடப் பட்ட பாத்திரத்தில், எளிதில் ஆவியாகும் நீர்மத்தை வைத்து அவ்வாறு ஏற்படும் ஆவியை மிக வேகமாக நீக்குவது மூலம் அது மும்மைப்புள்ளியை (triple point) அடைந்து திடப்பொருளாக மாறும். இவ்வாறு நீரகம் 14°k வெப்பநிலையில் திடப் பொருளாக்கப்படும். இவ்வாறு திட, நீர்ம வடிவிலுள்ள வாயுக்களை ஆவியாகச் செய்வதன் மூலம் மிகக் குறைந்த வெப்ப நிலைகளை அடைய இயலும். நீர்மக் காற்றின் மூலம் 90°k, நீர்ம உயிர்வளியைக் கொண்டு 54·3°k, நீர்ம உப்பு வாயு (Nitrogen) மூலம் 35·6°k, நீர்ம நீரகம் மூலம் 14°k, நீர்ம ஹீலியம் மூலம் 1°k ஆகிய வெப்பநிலைகளை அடைய இயலும்.

4. **ஆவியிறுக்கச் சுழல்கள்** (Vapour compression cycles) : முற்கூறப்பட்ட ஆவியிறுக்கச் சாதனங்களைத் தொடர் முறையில் (Cascade System) இயக்குவதன் மூலம் மிகக் குறைந்த வெப்ப நிலைகளை அடைய இயலும். தொடர்ந்து ஒவ்வொரு நிலையிலும், குறைவான உருகுநிலையை உடைய குளிரூட்டிகளைப் பயன் படுத்துவதன் மூலம் இது செயல்படுகிறது. அதிக வெப்பநிலையில் செயல்படும் முதல் பகுதியில் உள்ள ஆவியாக்கி, அடுத்த பகுதியின் சுருக்கியாகப் பயன்படும். ஆகவே, இரண்டாவதின் குளிரூட்டி முதற் பகுதியின் ஆவியாக்கியின் வெப்பநிலைக் குக் குளிர்விக்கப்பட்டுப் பின் விரிவாக்கப்படும். அதன் மூலம் மேலும் குறைவான வெப்பநிலை இரண்டாவது ஆவியாக்கியில் ஏற்படும். இரண்டாவது ஆவியாக்கி அதற்கடுத்த மூன்றாவது பகுதியின் சுருக்கியாகப் பயன்படும். ஒவ்வொரு பகுதியிலும் குளிரூட்டியின் சுழல் தனியாக இருக்கும். மேலும், பகுதியின் வெப்பநிலைகளுக்கேற்றவாறு தகுந்த குளிரூட்டியைத் தேர்ந் தெடுக்க இயலும். படம் 57-ல் அம்மோனியா, எதிலின்

மீதேன் ஆகியவற்றை ஊடகங்களாகக் கொண்டு இயங்கும் பகுதிகள் தொடர்நிலையில் (Cascade) இயங்கும் விதத்தைக் காணலாம். உயிர்வளி, காற்றுப் போன்ற வாயுக்களைத் நீர்ம



படம் 57

தொடர்குளிர் சாதனம்

1. அம்மோனியா இறுக்கி, 2. எதிலின் (C_2H_4) இறுக்கி, 3. மீதேன் (CH_4) இறுக்கி, 4. வெப்ப மாற்றி. 5. விரிவுவால்வு, 6. ஆவியாக்கி 7. சுருக்கி.

மாக்க இவ்வகைச் சாதனங்கள் பயன்படும். இவை தொடர் குளிர் சாதனங்கள் (Cascade Refrigeration Systems) எனப் படும்.

5. காந்தக் குளிர்ச்சி (Magnetic cooling): பொருள்களை அவற்றின் காந்தத் தன்மை கொண்டு டயா அல்லது பாரா காந்தத் தன்மையுடையவை என்று (Dia magnetic or Para) இரு வகையாகப் பிரிக்க இயலும். காந்தத்தை எதிர்க்கும் (Repel) தன்மையுடையவை டயா காந்தப் பொருள்களாகும். காந்தத்தால் ஈர்க்கப்படும் தன்மையுடையவை (இரும்பு போன்றவை) பாரா காந்தப் பொருள்களாகும். ஹீலிய நீர்மம் மூலம் 1°kக்குக் குளிர வைக்கப்பட்ட சில பாரா காந்தப் பொருள்களை மிகவும் ஆற்றல் வாய்ந்த காந்தப் புலத்தில் வைத்தால் அவற்றின் மூலக்கூறுகள் (Molecules) சிறு சிறு காந்தங்களாக அமைத்துக் கொள்ள இயலும். பின் அப் பொருளின் காந்தத்தை நீக்குவதன் மூலம் மேலும் குளிர வைக்க இயலும்.

கடோலினியம் சல்ஃபேட் (Gadolinium Sulphate) போன்ற பாரா காந்த உப்புகள் முதலில் திரவ ஹீலியம் ஆவியாகும் பாத்திரத்தில் வைப்பதன் மூலம் குளிரவைக்கப்படும். பின் சக்தி வாய்ந்த காந்தப்புலத்தில் வைக்கப்படும். கொதிக்கும் ஹீலியத்தின் நடுவில் இருப்பதால் வெளிவரும் வெப்பம் கவரப்படுகிறது. பின் ஹீலியம் வாயுவை எடுத்துவிட்டுக் குளிரவைக்கப்பட்ட உப்பு இக் காந்தப் புலத்தில் தனித்து வைக்கப்படும். பின் வெப்ப மாருகாந்த நீக்கம் (Adiabatic demagnetization) மூலம் வெப்பநிலை மேலும் குறைக்கப்படும். இம் முறையில் வெப்பநிலை 0·001°k வரை குறைக்கப்பட இயலும்.

இம் முறையில் அணுவின் கரு (Nuclei of atom) எலெக்ட்ரான்களின் (Electron) பாதை ஆகியவற்றில் காந்த நீக்கம் செய்வதன் மூலம் இன்னும் குறைந்த வெப்ப நிலையை அடைய இயலும்.

இதுவரை மிகக் குறைந்த வெப்பநிலைகளை அடையப் பயன்படும் பல முறைகள் பற்றிக் கூறப்பட்டது. இனி காற்றைத் நீர்மமாக்கப் பயன்படும் முறைகள் பற்றிக் கூறப்படும். வளிக் காற்று, பல வாயுக்களின் கலவையாகும். இக் கலவையினின்று வாயுக்களைத் தனித்தனியாகப் பிரித்தெடுக்கவும், மிகக் குறைந்த வெப்ப நிலைகளை ஏற்படுத்தவும் இம் முறைகள் பயன்படும். பல துறைகளில் பயன்படும் நீர்ம உயிர் வளி, உப்பு வாயு, நீரகம் போன்றவைகளைத் தயார் செய்யவும் ஆய்வுக் கூடங்களில் பயன்படும். நீர்ம ஹீலியத்தைத் தயார் செய்யவும் இவை உதவும். காற்றை நீர்மமாக்குதல், பல வாயுக்களைப் பிரித்தெடுக்கும் முறையில் ஒரு படியே ஆகும்.

இவ்வாறு வாயுக்கள் பிரித்தெடுக்கப்படும்போது, அவை கூடியவரை சுத்தமான நிலையில் எடுக்கப்படவேண்டும். மேலும், இச் சாதனங்கள் சிக்கனமாக இயங்க அரிய வாயுக்களான ஆர்கான், நீயான் கிரிப்டான்—க்செனன் கலவை (Kryptonxenon mixture), ஹீலியம் போன்ற வாயுக்களும் பிரித்தெடுக்கப்பட வேண்டும். கீழ்க்கண்ட அட்டவணையில் காற்றின் பல்வேறு கூறுகள் தரப்பட்டுள்ளன.

கூறுகள்	கனஅளவு. சதவிகிதம்	எடைசத விகிதம்.
உப்புவாயு (Nitrogen)	78·03	75·6
உயிர் வளி (Oxygen)	20·93	23·1
ஆர்கான் (Argon)	0·932	1·286
கரிமிலவாயு	0·03	0·046
நியான் (Neon)	$1{\cdot}5\times10^{-3}$	$1{\cdot}2\times10^{-3}$
ஹீலியம் (Celium)	5×10^{-4}	7×10^{-5}
க்ரிப்டான் (Krypton)	1×10^{-4}	3×10^{-4}
க்செனுன் (Xenon)	$0{\cdot}9\times10^{-5}$	4×10^{-5}
நீரகம் (Hydrogen)	5×10^{-5}	$3{\cdot}6\times10^{-6}$

க்ரிப்டான்-க்செனுன் கலவையைவிட ஆர்க்கானின் அளவு அதிகமாக உள்ளதைக் காணலாம். எனினும், இக் கலவையின் மதிப்பு ஆர்கானின் மதிப்பைவிட அதிகமாகும்.

உருக்கி இணைக்கும் முறைகளில் (welding processes) இணைப்பின் தரத்தை அதிகமாக்க ஆர்கான் பயன்படும். மின் விளக்குகள் நீண்ட காலம் உழைக்க க்ரிப்டான்-க்செனுன் கலவை அவற்றினுள் அடைக்கப்படும். தற்போது காற்றை நீர்மமாக்கப் பயன்படும் சாதனங்கள் உயிர் வளியைப் பிரித்- தெடுக்கபட்டுமன்றி மேற்கூறப்பட்ட அரிய வாயுக்களையும் பிரித்தெடுக்கப் பயன்படுகின்றன.

ஊசிவாய்ப் பெருக்க முறையில் காற்றின் வெப்பநிலையைக் குறைப்பதுபற்றி ஏற்கனவே கூறப்பட்டுள்ளது. இவ்வாறு குளிர்விப்பதோடு, வாயுக்களை விரிவாக்கி அதன் மூலம் வெளி வேலையைப் பயன்படுத்தும் முறையும் கையாளப்படுகிறது. இவ்வாறு வெளிவேலை அளிக்கக்கூடிய பொறிகள் விரிவுப் பொறிகள் (Expanding machines or Detanders) எனப்படும். இப் பொறிகளினின்றும் கிடைக்கும் வேலை காற்றை இறுக்கப் பயன்படும். இப் பொறிகளில் காற்று விரிவாக்கப்படும்போது

அது வெப்ப மாற்றீடற்ற இயக்கமாகவோ (Adiabatic process) பாலிட்ராபிக் (Polytropic) இயக்கமாகவோ இருக்கும். இவ் வியக்கத்தில் ஏற்படும் வெப்பநிலைக் குறைவு.

$$\frac{T_1}{T_2}=\left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{n-1}{n}}$$

என்ற கணிதச் சார்பின் மூலம் அறிய இயலும். T_1, T_2 முறையே ஆரம்ப, இறுதி வெப்பநிலைகளையும் P_1, P_2 முறையே ஆரம்ப, இறுதி அழுத்தங்களையும் n—இயக்க எண்ணையும் (index of expansion) குறிக்கும். வெப்பமாற்றீடற்ற இயக்கத்தில் இயக்க எண் (n) சம அழுத்த; சம பரும வெப்ப எண்களின் விகிதத்திற்குச் சமமாகும். ($n=\gamma=Cp/Cv$).

காற்றை நீர்மமாக்கக் குறைந்த வெப்பநிலையை அடையப் பயன்படும் பல்வேறு சுழல்களில் முக்கியமானவை வருமாறு :

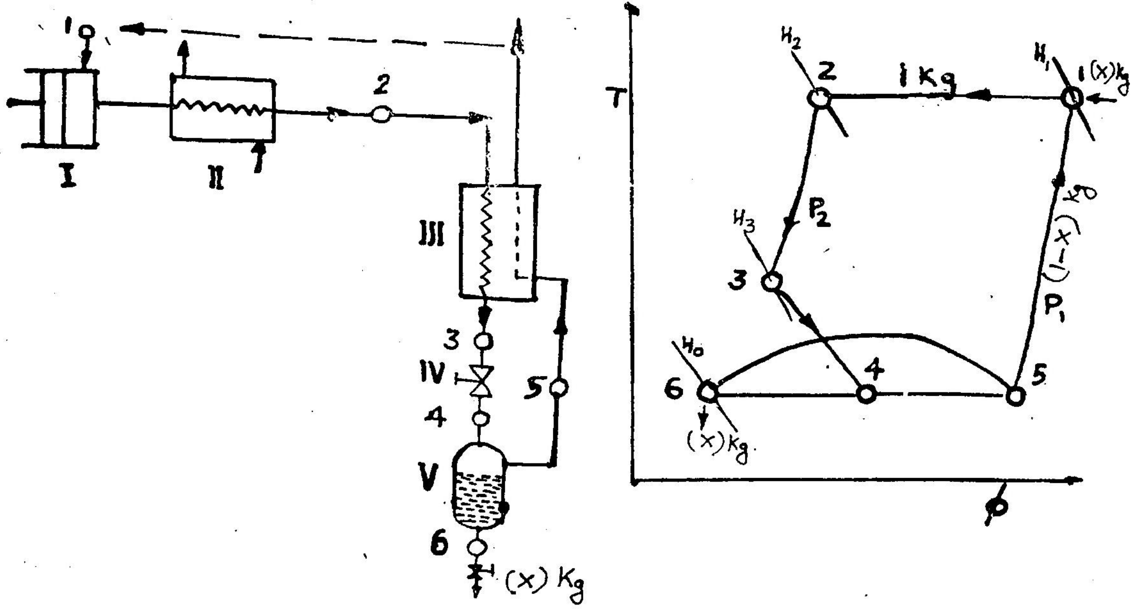
1. லிண்டே சுழல் (Linde's cycle) : இதில் ஊசிவாய்ப் பெருக்க (Throttling) அல்லது ஜூல்-தாம்ஸன் (Joule-Thomson) விளைவு (Effect) பயன்படும்.

2. வெளி வேலை ஏற்படுத்தும் சுழல்கள். கிளாடே (Claude), ஹேலண்டு (Heyland's), கபிட்ஸா (Kapitsa) சுழல்களாகும்.

3. மேற்கூறப்பட்ட சுழல்களின் சேர்க்கை.

4. ஸ்டெர்லிங் (Sterling) சுழல்.

1. **லிண்டே சுழல்** (Linde's cycle): சாதனத்தின் வெவ்வேறு பாகங்களின் இணைப்பைப் படம் 58-ல் காணலாம். இறுக்கியினுள் உள்ளீர்க்கப்படும் காற்று இறுக்கப்பட்டு அதன் அழுத்தம் 200 வளியழுத்தத்திற்குக் கொண்டு வரப்படும், இறுக்கி பல நிலைகளில் (multistages) இயங்கும். அடுத்தடுத்த நிலைகளின் இடையே காற்று இடைக்குளிர்ப்பிகள் (Intermediate coolers) மூலம் செலுத்தப்பட்டுக் குளிர்விக்கப்படும். படத்தில் இடமின்மை காரணமாக இறுக்கியின் ஒரு நிலை மட்டுமே குறிக்கப்பட்டுள்ளது. அவ்வாறு இறுக்கப்பட்ட காற்று இறுதியாகக் கடைநிலை குளிர்ப்பியில் குளிர்விக்கப்பட்டுப் பின் வெப்பமாற்றியை வந்து சேரும். இதில், திரும்பு காற்றினால் மேலும் குளிர்விக்கப்பட்டு விரிவு வால்வைச் சேரும். இதில் ஏற்படும் ஊசிவாய்ப் பெருக்கம் காரணமாக அழுத்தம் வளியழுத்தத்திற்குக் குறைக்கப்பட்டுக் காற்றுச் சேமிப்புக் கலனை அடையும். இந்நிலை



படம் 58

லிண்டே சுழல் (Linde's cycle)

I இறுக்கி. II, III வெப்பமாற்றிகள், IV விரிவு வால்வு, V திரவ சேமிப்பு

யில் காற்றின் ஒரு பகுதி நீர்மமாகவும், மற்றொரு பகுதி வாயு வடிவிலும் இருக்கும். நீர்மம் கலனில் சேர்த்து வைக்கப்படும். வாயு குறைந்த வெப்பநிலையில் இருப்பதால் வெப்பமாற்று மூலம் செலுத்தப்பட்டு அதிக அழுத்தத்திலுள்ள காற்றைக் குளிர்விக்கப் பயன்படும். இந்த வாயுவோடு உரிய அளவு வளிக்காற்றும் சேர்ந்து இறுக்கியினுள் சென்று மீண்டும் இதே முறையில் இயக்கங்கள் நிகழும். காற்றில் ஏற்படும் மாற்றங்களை ($T—\phi$) வரைபடத்தில் காணலாம். இப் படத்திலுள்ள வெவ்வேறு நிலைகள் சாதனத்தின் வெவ்வேறு பாகங்களில், காற்றின் நிலைகளைக் குறிக்கும். இயக்கம் 1–2, இறுக்கியில் இறுக்கப்படுவதையும், கடைநிலைக் குளிர்ப்பியில் குளிர்விக்கப்படுவதையும் குறிக்கும். (வெவ்வேறு நிலைகளில் பாலிட்ராபிக் முறையில் இறுக்கப்பட்டாலும், இவ்விறுக்கங்களும், குளிர்விக்கப்பட்ட நிலைகளும், பொதுவாக 1–2 நேர்கோட்டின் மூலம் குறிக்கப்பட்டுள்ளன. இது சம வெப்பநிலைக் கோடாகும். இயக்கம் 2–3, வெப்ப மாற்றியில் குளிர்வதைக் குறிக்கும். 3-4, ஊசிவாய்ப் பெருக்கத்தையும், 6–5 முறையே காற்றின் நீர்ம, வாயு நிலைகளையும் குறிக்கும். நீர்மமாக்கப்படும் காற்றின் அளவு அஃது இறுக்கப்படுமுன்னும், பின்னும் உள்ள மொத்த வெப்பத்தைப் பொறுத்ததாகும். ஓர் இலட்சியச் சுழலில் திரவமாக்கப்படும் காற்றின் விகிதம்

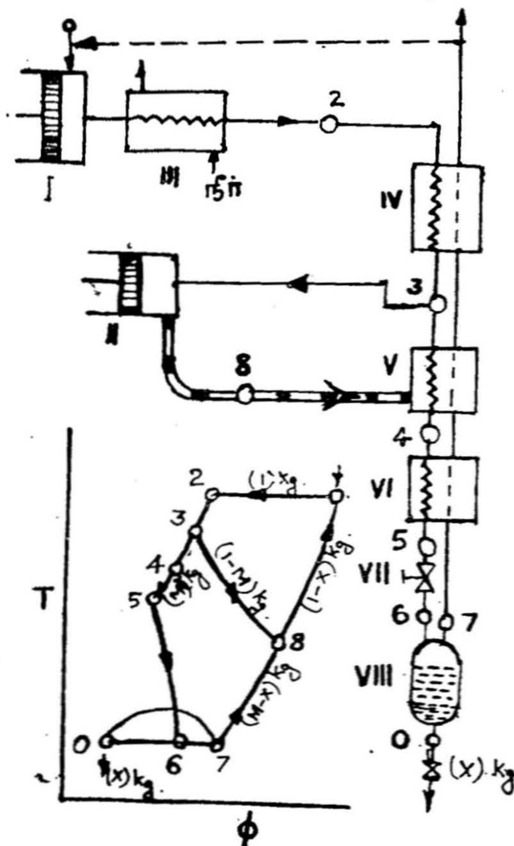
$$X=\frac{H_1—H_2}{H_1—H_0}$$

காற்று இறுக்கப்படும் அழுத்தத்தைச் சார்ந்து 'X'ன் அளவு மாறுபடும். நடைமுறையில் வெப்பமாற்றியில் உட்புகும் வெப்பம், வெப்பமாற்றியின் திறன் குறைவு (Ineffeciency) ஆகியவை காரணமாகத் திரவ அளவு Xஐவிடக் குறைவாகவே இருக்கும்.

இச் சுழலின் திறனை, அம்மோனியா குளிர்சாதனம் ஒன்றை இணைப்பதன் மூலம் அதிகரிக்க இயலும். வெப்பமாற்றியில் குளிர்விக்கப்படும் காற்று அம்மோனியா குளிர்சாதனத்தில் மேலும் குளிர்விக்கப்படும். சாதனத்தின் பாகங்கள் அதிகமாயினும், நீர்மமாக்கப்படும் காற்றின் அளவு, தேவையான மின் சக்தி முதலியவற்றைக் கருதும்போது இம்முறையின் பலனை அறிய இயலும்.

2. **வெளிவேலை அளிக்கும் சுழல்கள் :** இவை விரிவுப் பொறிகள் கொண்டு இயங்குவனவாகும். சாதனத்தின் திறன்,

இவ்வகை விரிவுப் பொறியினை இணைப்பதன் மூலம் மிகவும் அதிகரிக்கும். கிளாட் சுழலில் இயங்கும் சாதனத்தின் படமும், சுழலின் $T-\phi$ வரைபடமும் படம் 59-ல் குறிக்கப்பட்ட



படம் 59

கிளாட் சுழல் (Claude cycle)

I இறுக்கி. II விரிவுப்பொறி, III குளிர்ப்பி. IV, V, VI வெப்ப மாற்றிகள், VII விரிவு வால்வு. VIII நீர்ம திரட்டுக் கலன்

படி அமையும். வளிக்காற்று இறுக்கியினுள் இழுக்கப்பட்டு இறுக்கப்பட்டுப் பின் கடைநிலை குளிர்ப்பானில் குளிரும். பின் வெப்பமாற்றி *IV*-ல் மேலும் குளிர்விக்கப்படுகிறது. பின் இரு பிரிவுகளாகி ஒன்று *V*, *VI* வெப்பமாற்றிகளில் குளிர்விக்கப்

படம் 60

I இறுக்கி, II கடைநிலைக் குளிர்ப்பி III விரிவுப்பொறி IV வெப்பமாற்றி V விரிவு வால்வு VI திரட்டுக் கலன்

படுகிறது, மற்றொரு பிரிவு விரிவுப் பொறியினுள் (*II*) செல்லு கிறது. வெப்பமாற்றி *VI*-ல் திரும்பிவரும் குளிர்ந்த வாயுவின் மூலம் குளிர்விக்கப்படும். மற்ற இரு வெப்பமாற்றிகளிலும் இத் திரும்பு வாயுவோடு, விரிவுப் பொறியில் விரிவாக்கப்பட்ட காற்றும் சேர்ந்து காற்றைக் குளிரச் செய்யும். வெப்பமாற்றி *VI*-ல் குளிர்விக்கப்பட்ட அதிக அழுத்தக் காற்று விரிவு வால்வில் ஊசிவாய்ப் பெருக்கமடைந்து சேமிக்கும் கலனை அடையும். இக் கலனில் நீர்மக் காற்றுச் சேமித்து வைக்கப்படும். காற்றின் வாயுப் பகுதி திரும்பு வாயுவாக (return gas) வெப்பமாற்றிகள் மூலம் செல்லும்.

நன்றாகக் குளிர்விக்கப்பட்ட காற்று விரிவுப் பொறியினுள் செல்லுவதால், இச் சுழல் குளிர்புற விரிவுப்பொறி கொண்ட சுழல் (cycle with detander 'on the cold end') எனப்படும்.

இச் சுழலின் குளிர்விளைவு,

1. காற்றின் அழுத்தம் (P_2)

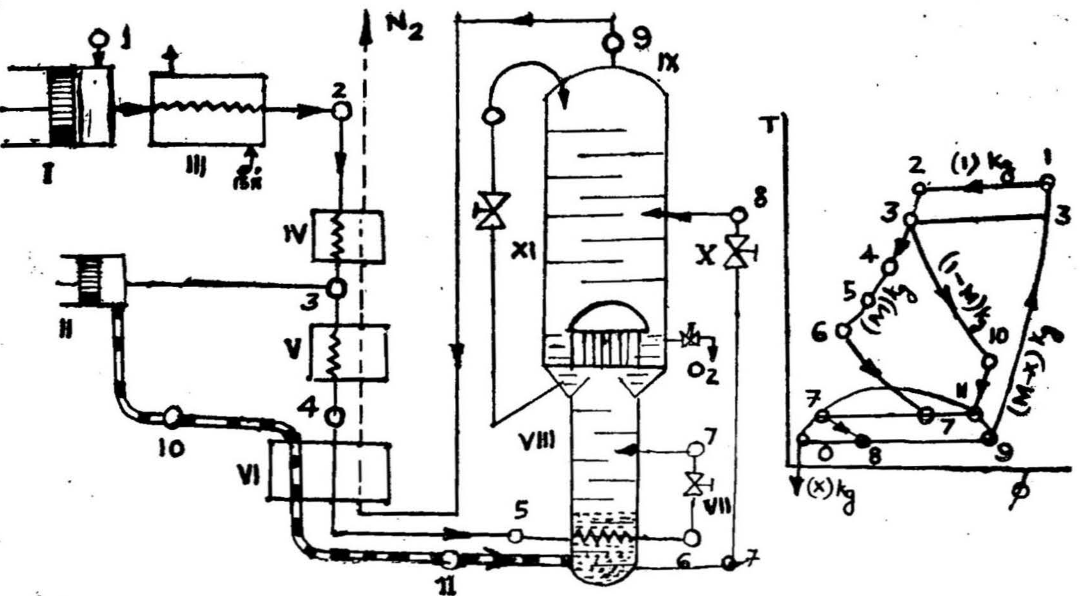
2. விரிவுப் பொறியினுள் நுழையுமுன் காற்றின் வெப்ப நிலை (T_3)

3. பொறியினுள் விரிவாக்கப்படும் காற்றின் அளவு ($1\text{-}M$)

4. விரிவாக்கப்பட்ட பின் அழுத்தம் (P_8) ஆகியவற்றைப் பொறுத்தாகும்.

சாதனம் இயக்கத் தேவைப்படும் ஆற்றலைக் கணக்கிடும் போது, விரிவுப் பொறியில் திரும்பக் கிடைக்கும் ஆற்றலையும் கருத்திற்கொள்ள வேண்டும்.

ஹேலண்ட் சுழல் (Heyland's cycle): இஃது அநேகமாகக் கிளாட் சுழலை ஒத்ததாகும். விரிவுப் பொறி அமைக்கப்படும் நிலையைப் பொறுத்தே இது வேறுபடும். இச் சுழலில் விரிவுப் பொறியினுள் நுழையும்முன் காற்றுக் குளிர்விக்கப்படாது. இதனால், விரிவுப் பொறியை எளிதாக வடிவமைக்க இயலும். விரிவுப் பொறியின் பிஸ்டன், உருளை ஆகியவை நன்கு இயங்கத் தேவையான உயவுத்தன்மை (lubrication) அதிக வெப்பநிலையில் எளிதில் பெறமுடியும். ஆயினும், நாளடைவில் விஞ்ஞான வளர்ச்சி காரணமாகக் குறைந்த வெப்பநிலையில் செயல்படும் விரிவுப் பொறிகளைப் பயன்படுத்த இயலும். உயிர் வளியைப் பிரித்தெடுக்கும் சாதனங்களில் விரிவுப் பொறியின் நிலை தேவைக்கேற்ப மாறுபடும். விரிவுப் பொறியினின்று வெளிவரும் காற்றின் அழுத்தமும் மாறுபடும். ஹேலண்ட்



படம் 61

முன்னேற்றப்பட்ட ஹேலண்ட் சுழல் (Heyland's Cycle—Improved)

I. இறுக்கி, II. விரிவுப் பொறி, III. குளிர்ப்பி, IV, V, VI, வெப்பமாற்றி, VII. விரிவு வால்வு, VIII நீர்ம திரட்டுக் கலன், IX, XI. வடித்துப் பிரித்தல். X. விரிவு வால்வு.

சுழல் இயங்கும் விதத்தை 61ஆம் படத்தில் காணலாம். தற்காலச் சாதனங்களில் விரிவுப் பொறிகளினுள் செலுத்துமுன் காற்றுக் குளிர்விக்கப்படுகின்றது. இதனால், ஹேலண்ட் சுழலுக்கும், க்ளாட் சுழலுக்கும் உள்ள வேறுபாடு மேலும் குறையும். தற்கால ஹேலண்ட் சுழல் இயங்கும் விதமும், உயிர் வளி பிரித்தெடுக்கும் முறையும் படத்தில் காணலாம்.

இறுக்கியினின்று வெளிப்படும் காற்று கடைநிலைக் குளிர்ப்பியில் குளிர்ந்து வெப்பமாற்றியைஅடையும். இதில், 30லிருந்து —40°Cவரை குளிர்ந்து ஒரு பகுதி விரிவுப் பொறிக்கும் மற்றொரு பகுதி வெப்பமாற்றிக்கும் செல்லும். பின் விரிவாக்கப்பட்ட காற்றும், அதிக அழுத்தக் காற்றும் மற்றொரு துணை வெப்பமாற்றி VI மூலம் செல்லும். இவ்வாறு குளிர்விக்கப்பட்ட பகுதிகள் வடித்துப் பிரிக்கும் அரணை (fractional distillation tower) அடையும். இவ்வரண் இரண்டு அழுத்தங்களில் இயங்கும். இதில் அதிக அழுத்தப் பகுதி (high pressure column) அடிப்பாகத்திலும், குறைவான அழுத்தப் பகுதி மேற்பாகத்திலும் இருக்கும். விரிவுப் பொறியில் விரிவாக்கப்பட்ட காற்று வெப்பமாற்றி VI-ல் குளிர்ந்து அரணின் அடிப்பாகத்திற்கு வரும். அதிக அழுத்தக் காற்று வெப்பமாற்றிகள் V, VI மூலம் சென்று அரணினுள் அமைந்த சுற்றுக் குழாய்கள் வழிச் சென்று விரிவு வால்வை (VII) அடையும். பின் விரிவாக்கப்பட்டு அரனுள் செலுத்தப்படும். அரணின் அடிப்பாகத்தில் அழுத்தம் விரிவுப் பொறியினின்று அரணை அடையும் வாயுவின் அழுத்தத்திலிருக்கும். விரிவாக்கப்பட்ட காற்றிலுள்ள திரவம் அடிப்பாகத்தில் தங்கும். அரணின் அடிப்பாகத்தினின்று அழுத்தம் குறைவான மேற்பாகத்திற்கு ஏற்படும் விரிவு இரு வகைப்படும். (1) அடிப்பாகத்தில் திரவ வடிவிலுள்ள உயிர்வளி விரிவு வால்வு (X) மூலம் சென்று மேற்பாகத்தை அடையும். (2) அடிப்பாகத்தின் சுருக்கியில் சுருக்கப்பட்ட வாயு விரிவு வால்வு (XI) மூலம் மேற்பாகத்தை அடையும். உப்பு இந் நிலையில்நீர்ம உயிர் வளி (Liquid Oxygen) அரணின் மேற்பாகத்தின் அடியில் சேகரிக்கப்படும். உப்பு வாயு திரும்பு வாயுவாக வெப்பமாற்றிகள் மூலம் செலுத்தப்படும். இவ்வாறு உயிர் வளியையும், உப்பு வாயுவையும் பிரித்தெடுக்க இயலும். இரண்டு அழுத்தங்களில் செயற்படும் அரண், உயிர் வளியைப் பிரித்து நீர்ம வடிவில் பெற உதவுகிறது.

கபிட்சா சுழல் (Cycle of Kapitsa): **சுழற்பொறிகளைக்** (Turbo Machines) **கொண்டு இயங்கும் இச் சாதனத்தையும், சுழலையும் படம் 62ல் காணலாம். இம் முறையில் பிஸ்டன்**

படம் 62

கபிட்சா சுழல் (Kapitsa's Cycle)

I, சுழல் இறுக்கி, II. சுழல் வகை விரிவுப் பொறி, III, IV. வெப்பமாற்றி, V, சுருக்கப்பட்ட காற்று, VI. சுருக்கி, VII. விரிவு வால்வு.

கொண்ட விரிவுப் பொறிகள் இல்லாமையால் உயவெண்ணெ யால் அசுத்தப்படாத நீர்ம உயிர் வளியைப் பெற இயலும். ஆயினும், இச் சுழலின் முக்கியக் குறைபாடு மற்றச் சுழல்களில் தேவைப்படும் ஆற்றலோடு ஒப்பிடும்போது; கபிட்சா சுழலில் தேவைப்படும் ஆற்றல் அதிகமாகும்.

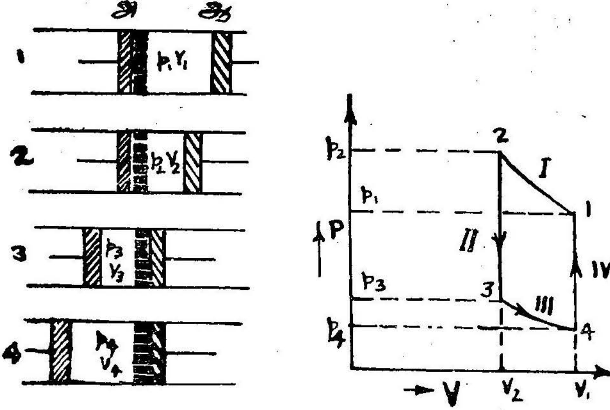
வளிக் காற்று வடிகட்டியின் மூலம் இறுக்கியினுள் இழுக்கப் பட்டு 5–6 வளியழுத்தத்தில் கடைநிலை குளிர்ப்பியினுள் செல்லும். இதில் 30°Cக்குக் குளிர்ந்து பின் வெப்பமாற்றி IV-ல் மேலும் குளிரும். பின் இரு பிரிவுகளாகி ஒன்று சுழல் விரிவுப் பொறிக்கும் II (Turbo Detander), மற்றொன்று சுருக்கி V-க்கும் செல்லும். பொறியில் விரிவடைந்த காற்று, சுருக்கி VI-ஐ அடையும். V-ல் வரும் அதிக அழுத்தக் காற்றை மேலும் குளிர்விக்க இது பயன்படும். இவ்வாறு குளிர்விக்கப்பட்ட காற்று விரிவு வால்வு VII-ல் விரிவடைவதால் வெப்பநிலை குறைந்து VI-ன் அடிப்பாகத்தில் நீர்ம உயிர் வளி சேகரிக்கப் படும்.

மேற்கூறப்பட்டவை தவிர காற்றை இரு நிலைகளில் விரி வாக்கும் முறையும், ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட சுழல்களின் சேர்க் கையில் இயங்கும் சாதனங்களும் பயன்படுகின்றன.

இனி, குறைந்த வெப்பநிலையை அடையப் பயன்படும் ஸ்டேர்லிங் சுழல் பற்றிக் கூறப்படும்.

ஸ்டெர்லிங் சுழல்: இது வெப்பப் பொறிகளிலும் (heat engines) பயன்படும் சுழலாகும். இரு சம பரும இயக்கங்களும் (constant volume processes) இரு சம வெப்பநிலை இயக்கங்களும் (Isothermal processes) கொண்டதாகும். இச் சுழலைக் கொண்டு சாதனம் இயங்கும் விதத்தையும் சுழலின் P—V வரை படத்தை யும் படம் 63–ல் காணலாம். ஓர் உருளையினுள் இயங்கும் இரு பிஸ்டன்களிடையே உள்ள வாயு அடையும் மாற்றங்களைக் காணலாம். இயக்கம் 1—2-ல் வாயு சம வெப்பநிலையில் அழுத் தப்படுகிறது. ஆகவே, சுற்றுப் புறத்திற்கு வெப்பம் கடத்தப் படும். 2-3-ல் சம பருமனில் குளிர்விக்கப்படுவதால் வெப்பம் சுற்றுப் புறத்திற்குக் கடத்தப்படும். உருளையின் வலப் புறத்தில் இவ்விரு இயக்கங்களும் நடைபெறும். பின் வாயுவானது உரு ளையின் இடப் பக்கமாக வரும். இங்குச் சம வெப்பநிலையில் 3-4 இயக்கத்தில் அழுத்தம் குறைந்து வாயு விரிவடையும். எனவே, சுற்றுப்புறத்தினின்று வெப்பத்தைக் கவரும். பின் 4–1–ல் சம பருமனில் அழுத்தம் அதிகமாவதால் வெப்பம் மேலும் கவரப்

படும். உருளையின் ஒரு பாகத்தில் வெப்பம் கவரப்பட்டு மற்றொரு பாகத்தில் வெளித்தள்ளப்படுகிறது.



படம் 63
ஸ்டெர்லிங் சுழல்

மேற்கண்டவாறு இயக்கங்கள் நடைபெற பிஸ்டன்களின் இயக்கங்கள் உரிய முறையில் நடைபெற வேண்டும். முதலில் உருளையின் வலப் பக்கம் (படத்தில் 1ஆம் நிலையிலுள்ளபடி) வாயு இருக்கும்போது, பிஸ்டன் (அ) நிலையாகவும், (ஆ) நகர்ந்தும் இயக்கம் 1-2 நடைபெறும். பின் இரு பிஸ்டன்களும் ஒரே வேகத்தில் இடப்புறமாக நகர்ந்து 3ஆம் நிலையை அடையும். 4ஆம் நிலையை அடைய, பிஸ்டன் 'ஆ' நிலையாக இருக்க பிஸ்டன் 'அ' இடப் புறமாக நகர்ந்து '3-4' இயக்கம் நடைபெறும். பின் இரு பிஸ்டன்களும் ஒரே வேகத்தில் வலப் புறமாக நகர்ந்து 1ஆம் நிலைக்கு வந்து சேரும். இவ்வாறு பிஸ்டன்களின் வேகம் மாறுபட்டால்தான் இஃது இலட்சியச் சுழலாக இயங்க இயலும். நடைமுறையில் இவ்வகை இயக்கங்கள் அடைவது இயலாததாகும். மேலும், வெப்பநிலை மாறாதிருக்க இயக்கங்கள் மிகவும் மெதுவாக நடைபெற வேண்டும். அத்தகைய ஓர் இலட்சியச் சுழலில் வெவ்வேறு இயக்கங்களை ஆராயும் முறை வருமாறு :

I பாகம். வெப்பநிலை மாறா இயக்கம்

$$\text{வேலை} = W_1 = P_1V_1 \log_e \frac{V_2}{V_1} \quad \text{வெப்பமாற்றம்}$$

$$\Delta H_1 = \frac{P_1V_1}{J} \log_e \frac{V_2}{V_1}$$

II பாகம். மாறாப் பரும இயக்கம்

$$W_2 = O \quad \triangle H_2 = Cv\,(T_3 - T_2)$$

III பாகம். மாறா வெப்பநிலை இயக்கம்

$$W_3 = P_3 V_3 \log_e \frac{V_4}{V_3} \triangle H_3 = \frac{P_3 V_3}{J} \log_e \frac{V_4}{V_3}$$

IV பாகம். மாறாப் பரும இயக்கம்

$$W_4 = O \quad \triangle H_4 = Cv\,(T_1 - T_4)$$

மொத்த வேலை $= W = P_1 V_1 \log_e \frac{V_2}{V_1} + P_3 V_3 \log_e \frac{V_4}{V_3}$

$$V_2 = V_3;\ V_4 = V_1 \text{ மேலும் } P_1 V_1 = RT_1$$

$$W = R\,(T_1 - T_3) \log_e \frac{V_2}{V_1}$$

$$= -R\,(T_1 - T_3) \log_e \frac{V_1}{V_2}$$

இதில்—குறி காற்றின் மேல் செய்யப்படும் வேலையைக் குறிக்கும். ஆகவே, வேலையின் அளவை மட்டும் கொண்டால்

$$W = R\,(T_1 - T_3) \log_e \frac{V_1}{V_2}$$

சுழலின் குளிர்விளைவு III பாகத்தில் கவரப்படும் வெப்பத்தின் அளவுக்குச் சமமாகும்.

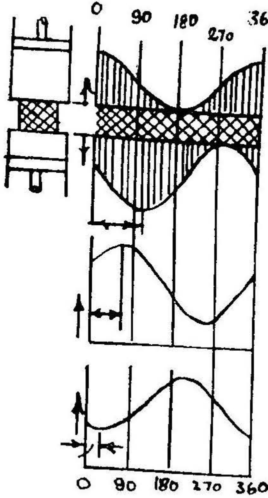
$$N = \frac{P_3 V_3}{J} \log_e \frac{V_4}{V_3} = RT_3 \log_e \frac{V_1}{V_2}$$

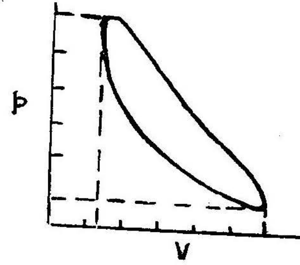
செயற்கெழு $\dfrac{N}{W} = \dfrac{RT_3 \log_e \frac{V_1}{V_2}}{R\,(T_1 - T_3) \log_e \frac{V_1}{V_2}}$

$$= \frac{T_3}{T_1 - T_3}$$

$T_3 =$ சுழலின் குறைந்த வெப்பநிலை
$T_1 =$ சுழலின் அதிக வெப்பநிலை
எனவே, இது கார்னோ சுழலை ஒத்ததாகும்.

ஆயினும், பிஸ்டன்கள் மேற்கூறப்பட்டவாறு இயங்க இயலாது. சாதாரணமாகப் பொறிகளில் பிஸ்டன்கள் சாமானியச் சீரிசையில் (simple harmonic motion) இயங்கும். இவ்வாறு இயங்கும் இரு பிஸ்டன்களை இயக்கும் சுழற்சி மாற்றப் பொறிகளுக்கு (crank) இடையே கலைவேறுபாடு (phase difference) ஏற்படச் செய்து உரிய மாற்றங்களை ஏறக்குறைய அடைய இயலும். அவ்வாறு இயங்கும் இரு பிஸ்டன்களின்



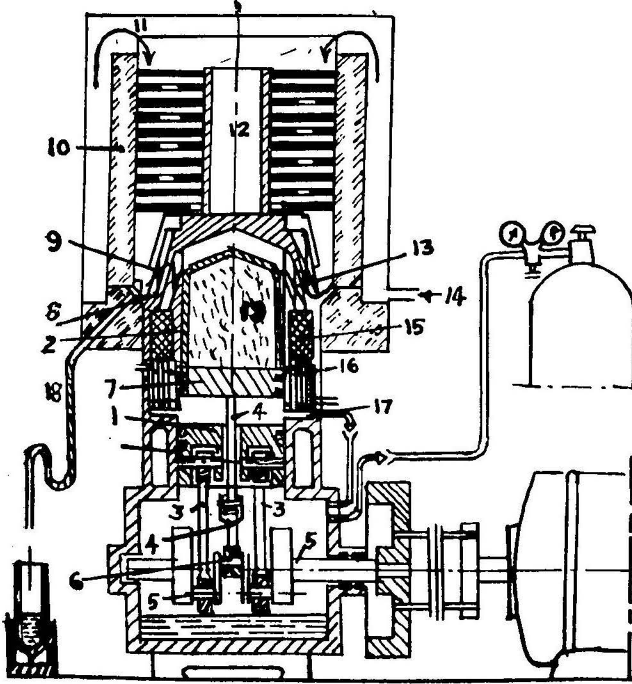


படம் 64

இயக்கமும் அதற்குரிய *P-V* வரை படமும் படம் 64-ல் காணலாம். இம் முறையைப் பயன்படுத்தி இயங்கும் ஒரு சாதனம் பிலிப்ஸ் பொறியாகும் (Philips machine). இப் பொறியின் அமைப்பைப் படம் 65-ல் காணலாம்.

இரு பிஸ்டன்கள் (1, 2) அவற்றை இணைக்கும் கம்பிகள் (connecting rods) முறையே 3, 4 மூலம் சுழற்சி மாற்றப் பொறிகள் 5, 6-க்கு இணைக்கப்பட்டுள்ளன. பிஸ்டன் 2-ன் அடிப்பாகம் (7) உலோகத்தாலும்; மேற்பாகம் (19) காப்புப் பொருள்களாலும் ஆனதாகும். 8, 9 வெப்பமாற்றிகளாகும். '10' காப்புப் பொருளான உருளை வடிவத்தைக் குறிக்கும். '12' உருளை வடிவ மத்திய (குழாய் போன்ற) பாகத்தையும் 11' துளையிடப்பட்ட தகடுகளையும் குறிக்கும். இத் தகடுகள் 10'க்கும் '12'க்கும் இடையே பொருத்தப்படும். 13. 15, 16 வெப்பமாற்றிகளாகும். '16'-ல் குளிர்விக்கும் நீர் செலுத்தப்

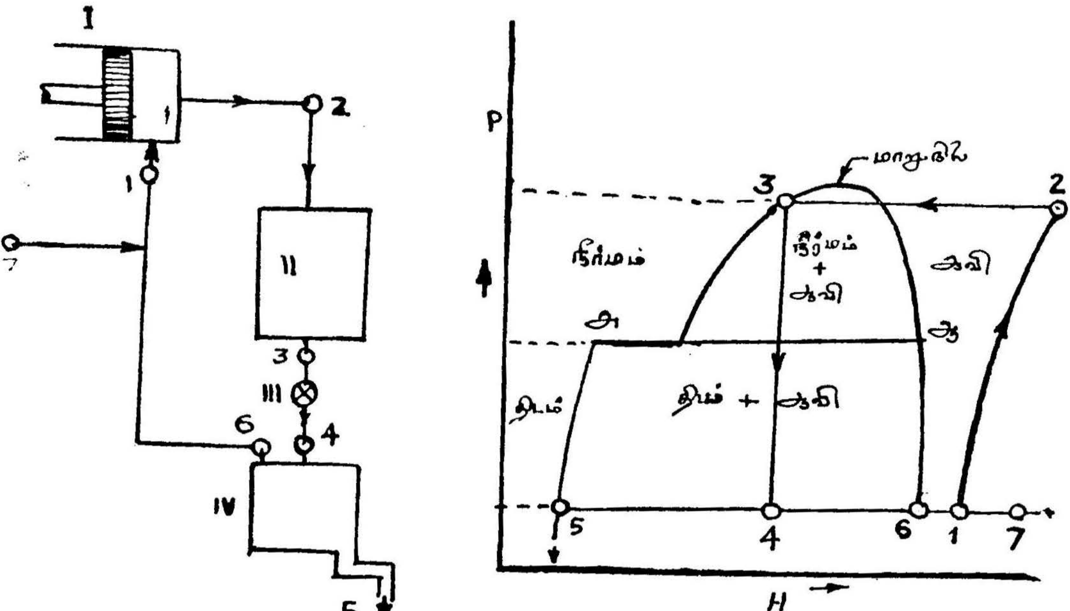
படும். '15' திரும்பு ஆக்கியாகவும் (Regenerator) '13' குளிர் விக்கப்பட்ட வாயுவுக்கும், காற்றிற்குமிடையே வெப்பமாற்றியா கவும் இயங்கும். '14' வழியாகக் காற்று உள் நுழையும். '17' வாயு உருளையினின்று செல்லும் வழியாகும். '18' திரவக் காற்று



படம் 65

பிலிப்ஸ் பொறி (Philips Machine)

வெளிவரும் வழியாகும். இச் சாதனத்தில் ஹீலியம் அல்லது நீரகம் ஊடகமாகப் பயன்படும். இரு பிஸ்டன்களிடையே இறுக்கப்பட்ட வாயு '17, 16' வழியாகச் சென்று '15ஐ அடையும். 15-ல் சம பருமனில் வெப்பத்தை வெளியேற்றி 13-ன் வழியாக உருளையை அடையும். பின் விரிவாக்கப்பட்டு அதே வழியில் திரும்ப வரும். உருளையின் மேற்பாகம் இவ்வாறு குளிர்ந்த வெப்பநிலையிலுள்ள வெப்பமாற்றியாலும், அடிப் பக்கம் நீரினால் குளிர்விக்கப்படும் வெப்பமாற்றியாலும் சூழப் பட்டிருக்கும். சாதனம் இயங்கும்போது '8, 9' ஆகிய வெப்ப மாற்றிகளில் வாயுவின் வெப்பநிலை குறைவாக இருக்கும். 9 தகடுகள் பொருத்தப்பட்ட சுருக்கி வடிவத்தில் (Finned



படம் 66

உலர்பனித் தயாரிப்பு

I. இறுக்கி, II. சுருக்கி, III. விரிவு வால்வு, IV. பகுப்பான் (Separator), அ, ஆ : மும்மைப் புள்ளிக் கோடு (Triple Point Line).

Condenser) இருக்கும். '14'-ன் வழி உள் நுழையும் காற்று '11' வழியாகச் சென்று தகடுகள் மூலம் '9'-ன் மேற்பரப்பினை அடைந்து, அதில் நீர்மமாகப் படியும். '18'-ன் வழியாக நீர்மக் காற்றை வெளியேற்ற இயலும்.

நீர்ம ஹீலியம்: காற்றைத் திரவமாக்கும் சாதனங்களில் இப்பொறி சிறந்து விளங்குகிறது. காற்றிலுள்ள வாயுக்களில் மிகவும் குறைந்த கொதிநிலை (வளியழுத்தில் 4·3°k) உடையது. இன்னும் குறைந்த அழுத்தத்தில் 1°k வரை வெப்பநிலையை ஏற்படுத்த இயலும். இவ்வாயுவை நீர்மமாக்க அதை இறுக்கிப் பின் நீர்ம நீரகத்தைக் கொண்டு குளிர்வித்து ஊசிவாய்ப் பெருக்க வால்வில் விரிவாக்குவதன் மூலம் திரவ ஹீலியம் பெறப்படும். நீர்ம நீரகம் இதே முறையில் திரவக் காற்றினு லும், நீர்மக் காற்றை மேற்கூறப்பட்ட ஏதாவதொரு வழியிலும் உண்டாக்க இயலும்.

உலர் பனி (Dry Ice): இது திரவ வடிவிலுள்ள கரியமில வாயுவாகும். இது வளியழுத்தத்தில் 79·8°C-ல் நேரடியாக ஆவி யாக மாறும். அப்போது சுற்றுப் புறத்திலிருந்து வெப்பத்தைக் கவரும். குறைந்த வெப்பநிலைகளை விரைவில் ஏற்படுத்தவும், அழுகும் பொருள்களைப் பாதுகாக்கவும் இது பயன்படுகிறது. இதைத் தயாரிக்கும் முறை ஆவியிறுக்கச் சுழலுக்கு ஒத்ததாகும். சாதனத்தின் பாகங்களை 66ஆம் படத்தில் காணலாம். சுழலின் *P-H* வரைபடமும் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. அதிக அழுத் தத்திலுள்ள திரவம் (புள்ளி 3) விரிவடைந்து '4'ஐ அடையும் போது அதன் ஒரு பகுதி திட வடிவிலும், மீதி ஆவி வடிவிலும் இருக்கும். திட வடிவ கரியமிலவாயு (5) அகற்றப்பட்டு வில்லை களாக இறுக்கப்படும். ஆவி (6), ஆக்கயீட்டுக் (Make-up) கரியமிலவாயு '7' வுடன் கலந்து இறுக்கியை அடையும். இவ் வாறு ஆக்கயீட்டு வாயு சுழலில் சேர்வது ஒன்றே இச் சுழலுக் கும், ஆவியிறுக்கச் சுழலுக்கும் உள்ள வேறுபாடாகும். (திட) கரியமிலவாயு அகற்றப்படுவதால் ஏற்படும் குறைவை ஈடுகட்டவே இவ்வாறு வெளியிலிருந்து வாயு செலுத்தப்படு கிறது.

கரியமிலவாயு வில்லைகள் செயற்கை மழையை உண்டாக்கு வதிலிருந்து ஆய்வுக்கூடங்களில் விரைவில் குளிர்ச்சி ஏற்படுத் துவதுவரைப் பல துறைகளில் பயன்படுகிறது. மேலும், திரவ வாயுக்களும் பல்வேறு தொழிற்றுறைகளில் மட்டுமன்றி விண் வெளிச் சூழ்நிலையைப் பூமியிலேயே மிக விரைவாக உண்டாக் கும் மீவளி அறைகள் (Strato chamber) முதலான ஆராய்ச்சிக் கூடங்களிலும் பயன்படுகின்றன.

7. காற்றுச் சீராக்கல்

(Air Conditioning)

ஓர் அறையினில் காற்றின் வெப்பநிலை, ஈரநிலை (humidity), அசைவு (motion) ஆகியவற்றைக் கட்டுப்படுத்துவதோடு தூசி, துர்நாற்றம் ஆகியவற்றை நீக்கிச் சுத்தமாக்குதலே சீராக்குதலாகும். வெளியில் பருவ காலங்களின் மாற்றங்களால் வெப்பநிலையும், ஈரநிலையும் மாறுபடலாம். ஆனால், நம் வசதிக்காகவோ மற்றக் காரணங்களுக்காகவோ இவற்றைக் கட்டுபடுத்துதல் அவசியம். காற்றைச் சீராக்கும் முறைகள் இரு வகைப்படும். நம் வசதிக்காகச் செய்யப்படுவது வசதிச் சீராக்குதல் (Comfort conditioning) எனப்படும். இது தவிர தொழில் முறையில் சில இயந்திரங்கள் சரியான முறையில் இயங்கவும், செய்யப்படும் பொருள்களின் தரத்தையும், அளவையும் அதிகரிக்கவும் செய்யப்படும் மாற்றங்கள் தொழில் முறைச் சீராக்குதல் (Industrial conditioning) எனப்படும்

பொதுவாக, உள்நுழையும் வெளிக்காற்றிலிருந்து தூசி (dust), கிருமிகள் (germs) முதலியவை அகற்றப்பட வேண்டும். பின் காற்றின் வெப்பநிலை சரியான அளவிற்குக் கொண்டு வரப்பட வேண்டும். வெளி வெப்பநிலைக்கு ஏற்றவாறு இதைக் கூட்டவோ குறைக்கவோ நேரிடும். இதே போன்று ஈரநிலையும் சரியான அளவில் அமைக்கப்படும். பின் காற்றிலுள்ள துர்நாற்றம் முதலியவை அகற்றப்பட வேண்டும், இவ்வாறு சீராக்கப்பட்ட காற்றை ஒரே சீராகவும் நல்ல முறையிலும் அறையினுள் அனுமதித்துச் சுழலுமாறு செய்ய வேண்டும். மேற்கூறப்பட்ட எல்லாவற்றையும் செய்யும் கருவியே காற்றுச் சிராக்கி (Air conditioner) எனப்படும்.

சீராக்கிகள் இயங்கும் முறை, இடம், தேவை ஆகியவற்றைப் பொறுத்து வேறுபடும். உதாரணமாக, சென்னை போன்ற

வெப்பநிலை அதிகமாக உள்ள இடங்களில் காற்றைக் குளிர வைத்தல் அவசியம். ஆனல், ஊட்டி போன்ற வெப்பநிலை குறைவாக உள்ள இடங்களில் காற்றை உஷ்ணப்படுத்த வேண்டியிருக்கும். ஆகவே, சூடேற்றிகள் (heaters) அமைக்க வேண்டும். இதே போன்று தேவைக்கேற்றவாறு ஈரநிலையையும் கூட்டவோ குறைக்கவோ வேண்டுமானல் அதற்கான சாதனங்களையும் அமைக்க நேரிடும்.

வசதிச் சீராக்குதல் (Comfort conditioning): மனிதனது உடம்பினுள் நிகழும் மாற்றங்களினல் வெப்பம் உண்டாகும். இவ் வெப்பத்தில் ஒரு பாகம் உடம்பிலேயே சேர்த்து வைக்கப்படுகிறது. இதன் மூலம் உடம்பின் வெப்பநிலை மாறுபடும். மற்றொரு பாகம் தோலின் மேற்புறத்தில் வியர்வையிலுள்ள நீர் ஆவியாகும்போது அதனேடு சென்றுவிடும். இவை தவிர கதிர் வீச்சு முறையிலும் (radiation) கடத்து முறையிலும் (Conduction) சுற்றுப் புறங்களிலிருந்தோ சுற்றுப்புறங்களுக்கு உடம்பிலிருந்தோ வெப்பம் மாற்றப்படும். இது சுற்றுப்புற வெப்பநிலையையும், உடம்பின் வெப்பநிலையையும் பொறுத்தது. இவ்வாறு உடம்பிலிருந்து வெளியேற்றப்படும் வெப்பமும், உடம்பில் சேர்த்துவைக்கப்படும் வெப்பமும் சேர்ந்து உடம்பில் உண்டாகும் வெப்பத்திற்குச் சமமாக இருந்தால் அந்த நிலை சுகத்தைத் தரும்.

உண்ணும் உணவையும, அதன் அளவையும் பொறுத்து உடம்பில் உண்டாகும் வெப்ப அளவு மாறுபடும். இதற்கேற்றவாறு உடம்பின் வெப்பநிலையும் வெளிப்படும் வெப்ப அளவும் மாறுபடும்.

அதற்குகந்தபடி சுற்றுப்புற வெப்பநிலை கட்டுப்படுத்தப்படும். ஏனெனில், உடம்பின் வெப்பநிலை ஒரே சீராக இருத்தல் அவசியம். இவ்வாறு உடம்பின் வசதிக்காகச் செய்யப்படுவது வசதிச் சீராக்குதலாகும். இச் சீராக்கிகளில் காற்றில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் கீழே விவரிக்கப்படும்.

அறையினிலிருந்து இழுக்கப்படும் காற்று முதலில் வடிகட்டப்படும். இதற்காகக் காற்று வடிகட்டிகள் (air filters) அமைக்கப்படும். பொதுவாகக் காற்றிலுள்ள தூசு, கிரிமிகள் ஆகியவை நுரையீரல்களை அடையுமுன் மூக்கிலும் பின்னுள்ள பாதைகளிலும் அகற்றப்படும். ஆனல், இவை காய்ந்திருந்து, காற்ருேடு கிருமி முதலியவற்றை நுரையீரல் வரை செல்ல அனுமதிக்குமானல் நீர்க்கோப்பு (cold) மற்றும் சுவாச நோய்கள் ஏற்படக் காரணமாகும். ஆகவே, காற்றை வடிகட்டுதல் மிகவும்

அவசியமாகும். பள்ளிக்கூடங்கள், உணவு விடுதிகள், அரங்குகள் (Theatres), தொழிற்சாலைகள் போன்ற மக்கள் அதிகமாகக் கூடுமிடங்களில் இச் சாதனம் மிக அவசியமாகும். ஆகவே, காற்றுவடிகட்டிகள் காற்றுச் சீராக்கியிலுள்ள ஒரு முக்கியமான பாகமாகும்.

வடிகட்டப்பட்ட காற்று, குளிரவைக்கப்பட்டோ சூடாக்கப்பட்டோ தகுந்த ஈரநிலையில் துர்நாற்றம் நீக்கப்பட்டு அறையினுள் மீண்டும் செலுத்தப்படும். காற்றைச் சூடாக்க மின் சூடேற்றிகளும் (electric heaters) குளிரவைக்கக் குளிர் சாதனமும் (refrigerating machine) அமைக்கப்படும், குளிர்சாதனத்தின் ஆவியாக்கியின் சுருள்கள் (evaporator coils) வழியாகக் காற்றைச் செலுத்துவதன் மூலம் காற்றின் வெப்பநிலை குறைக்கப்படுகிறது. ஈரநிலையைக் கட்டுப்படுத்த நீர்த்திவலைத் தொகுதி (water spray) பயன்படும்.

துர்நாற்றமளிக்கக்கூடிய கரியகச் சேர்க்கைப் பொருள்களைத் (Organic matters) தாக்கி அவற்றின் நாற்றத்தை நீக்கவும் காற்றின் உயிர் வளியைப் புதுப்பிக்கவும், மூனைப்புயிரக நீர் (Ozone) பயன்படும்.

காற்றிலுள்ள உயிர்வளி செயலற்றதாகும்போது இயற்கையிலேயே அமைந்த மாற்று அயனியாக்கம் (Ionization) மூலம் உயிர்வளி புது ஆற்றல் பெற்று, காற்றிலுள்ள கரியகச் சேர்க்கைப் பொருள்களைத் தாக்கவும்; சுத்தப்படுத்தவும் தகுதி பெறும்.

காற்றைச் சீராக்குவதில் துர்நாற்றம் நீக்க மூனைப்புயிரக நீரும் உயிர்வளியைப் புதுப்பிக்க அயனியாக்கமும் பயன்படும். குளிர் சேமிப்பு அறைகளில் (cold storages) வைக்கப்படும் பொருள்களின் நாற்றம் மற்றும் ருசி மாறுவதைத் தடுக்க மூனைப்புயிரக நீர் நீண்ட காலமாகப் பயன்பட்டு வருகின்றது. மேற்கூறியவற்றில் ஏதாவது ஒரு முறையில் பயன்படுகின்ற பொறிகளைத் தேவைப்படும் அளவுகளில் அவற்றைத் தயாரிப்பவர்களிடமிருந்து பெற்றுச் சீராக்கிகளில் இணைக்க வேண்டும்.

ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோரிடத்திற்குக் காற்றைச் செலுத்தப் பயன்படுவதால் காற்றைச் சீராக்கும் சாதனங்கள் 'காற்றோட்டம் அமைக்கும் நாளங்கள்' (ventilating duct) எனப்படும். இத்தகைய நாளங்கள் தகுந்த முறையில் திட்டமிடப்பட்டு அமைக்கப்படல் வேண்டும். காற்றைப் பகிர்ந்தளிக்கும் சாதனம் (distribution system) பொதுவாக ஒரு தலைமை நாளமும்

(main duct) பல கிளை நாளங்களும் (branch ducts) உடையதாய் இருக்கும். ஒவ்வொரு கிளைக்குப் பின்னும் தலைமை நாளத்தின் அளவு (size) குறைக்கப்பட்டுக் காற்றின் வேகம் ஓரே சீராகவும் சிறிய அளவு நாளங்களில் குறைவாகவும் இருக்குமாறு அமைக்கப்படும். சீராக்கப்பட்ட அறைகளில் (conditioned rooms) காற்றின் வேகம் (velocity) அதிக அளவில் இல்லாமலும் ஒலியேற்படுத்தாத வகையிலும் இந் நாளங்கள் அமைக்கப்பட வேண்டும்.

சீராக்கப்பட்ட காற்றைச் செலுத்தப் பயன்படும் நாளங்கள் தரவு நாளங்கள் (supply ducts) எனவும், பயன்பட்டபின் காற்றை வெளிச் செலுத்துபவை வெளிப்போக்கு நாளங்கள் (Exhaust Ducts) எனவும் கூறப்படும். ஒவ்வொரு நாளத்தின் வெளிவாயிலும் (Exit) காற்றின் திசையை மாற்ற அளியும்(Grille) அளவைக் கட்டுப்படுத்த அளவுத்தடைக் கருவியும் (Volume control damper) வைக்கப்படும்.

இதுவரை, காற்றுச் சீராக்கிகளின் பொதுவான தேவைகளும், செயல் முறைகளும் கூறப்பட்டன. இனி, இச் சாதனங்களின் வகைகளும் அவற்றின் அமைப்புகளும் விவரிக்கப்படும். இச் சாதனங்கள் முதலில் கூறப்பட்டபடி தேவைக்கேற்றவாறு இரு வகைப்படும். அவை,

1. வசதிச் சீராக்கிகள் (Comfort conditioners)

2. தொழிலகச் சீராக்கிகள் (Industrial conditioners) எனப்படும்.

இவ்விரு வகைகளும் செயல்படும் முறை ஒன்றுதான். எனினும், செயற்படும் வெப்பநிலை, ஈரநிலை அளவுகள், காற்றின் தன்மைகள், தேவைகள் முதலியவற்றைச் சார்ந்து அமைப்பிலும், வெவ்வேறு பாகங்கள் செயல்படுவதிலும் வேறுபாடுகள் உடையவையாகும்.

வசதிச் சீராக்கிகள் : வீடுகள், அலுவலகங்கள், விடுதிகள், மருத்துவ மனைகள், பொழுது போக்கு அரங்குகள் இன்னும் இவை போன்ற மக்கள் கூடும் இடங்களில் அவர்கள் நலனைக் கருத்திற்கொண்டு அமைக்கப்படும் சாதனங்கள் வசதிச் சீராக்கிகள் எனப்படும். இவை வெப்பநிலை, ஈரநிலை, துர்நாற்றம் ஆகியவற்றைக் குறிப்பிட்ட அளவுகளில் கட்டுப்படுத்தும் சாதனங்களாகும். இவ்வகைச் சாதனங்களும் கீழ்க்கண்டவாறு பிரிக்கப்படும் :

1. அறைக் காற்றுச் சீராக்கிகள் (Room air conditioners)

2. கட்டுக் காற்றுச் சீராக்கிகள் (Package air conditioners)

3. மத்திய காற்றுச் சீராக்கிகள் (Central air conditioning plants)

மேற்கூறப்பட்ட பிரிவுகள் அவற்றின் கொள்ளளவைப் (capacity) பொறுத்து ஏற்பட்டப் பிரிவுகளாகும்.

அறைக் காற்றுச் சீராக்கிகள் (Room air conditioners) அலுவலகங்களிலோ வீடுகளிலோ குறிப்பிட்ட ஓர் அறையில் காற்றைச் சீராக்கப் பயன்படும் சாதனங்களாகும். இச் சாதனங்கள் அந்த அறையிலேயே பொறுத்தப்படும். அமைப்பு, பொருத்தும் முறை (method of installation) ஆகியவற்றின்படி இவை இரு வகைப்படும். அவை,

1. சாளரச் சாதனங்கள் (Window units),

2. நிலைப்பெட்டிச் சாதனங்கள் (Console units) எனப்படும்.

சாளரச் சாதனம் அறையிலுள்ள பலகணி படிக்கல்லின் (window sill) மேல் வைத்து நிறுவப்படும். நிலைப் பெட்டிச் சாதனங்கள் அறையினுள் தரையில் நிறுவப்பட்டுக் காற்றை வெளிச் செலுத்தத் தேவையான நாளங்கள் பொருத்தப்பட்டு இருக்கும்.

தேவையான இடங்களில் மட்டும் அமைக்கப்பட மற்ற வகைச் சாதனங்களைவிடக் குறைந்த விலையிலுள்ள இவை, நிறுவுவதற்கும் ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்குக் கொண்டு செல்லவும் சுலபமானவை. தகுந்த முறையில் நிறுவிப் பேணுவதன் மூலம் சுகம்பெற உதவும்.

சீராக்கிகளின் ஆற்றலளவு அவற்றின் குளிர்விக்கும் திறனைப் பொறுத்து நிர்ணயிக்கப்படும். ஒரு மணிக்கு 3000 கிலோ காலரி என்ற அளவில் குளிர்ச்சி ஏற்படுத்தும் ஒரு பொறி, ஒரு டன் சாதனம் என்று கணக்கிடப்படும். அறைக் காற்றுச் சீராக்கிகள் பொதுவாக 1லிருந்து $2\frac{1}{2}$ டன்வரை அளவுடையவையாய் இருக்கும். அறையில் ஏற்படும் வெப்பப் பளுவைப் (heat load) பொறுத்துத் தகுந்த சாதனம் தேர்ந்தெடுக்கப்பட வேண்டும். இவ்வாறு வெப்பப்பளுவை மதிப்பிட அறையின் அளவு, சுவரின் கனம், தன்மை (type), அறையிலுள்ள கதவுகள், பலகணிகள், அவற்றில் பொருத்தப்பட்ட கண்ணாடியின் பரப்பளவு, சூரியனின் ஒளிக்கதிர்படும் சுவர்களின் பரப்பளவு, வெளி வெப்பநிலை, அறையில் இருக்கின்ற நபர்களின்

எண்ணிக்கை, அவர்கள் செய்யும் வேலை, அறையிலுள்ள மற்ற வெப்பமளிக்கும் வானொலிப்பெட்டி, மின் விளக்குகள் போன்றவைகளின் எண்ணிக்கை, அவற்றிலிருந்துவரும் வெப்ப அளவு ஆகியவற்றைக் கருத்திற்கொண்டு அறையின் வெப்பப் பளுவையும், சீராக்கும் சாதனத்தின் அளவையும் மதிப்பிட வேண்டும். உத்தேசமாகக் (பெருவிரல் விதி—(Thumbrule) கணக்கிட வேண்டுமானால் 36 க. மீ. பருமனுள்ள ஓர் அறைக்கு 1டன் சாதனம் தேவைப்படும்.

இன்று வழக்கத்தில் இருந்து வரும் சாளரச் சாதனங்கள் அனைத்தும் இயங்கும் முறை ஒன்றுதான். வெவ்வேறு பாகங்களும் அமைப்பில் வேறுபட்டிருந்தாலும் இயங்கும் விதத்தில் சமமானவையே. இச் சாதனத்தின் முக்கியப் பாகங்களாவன:

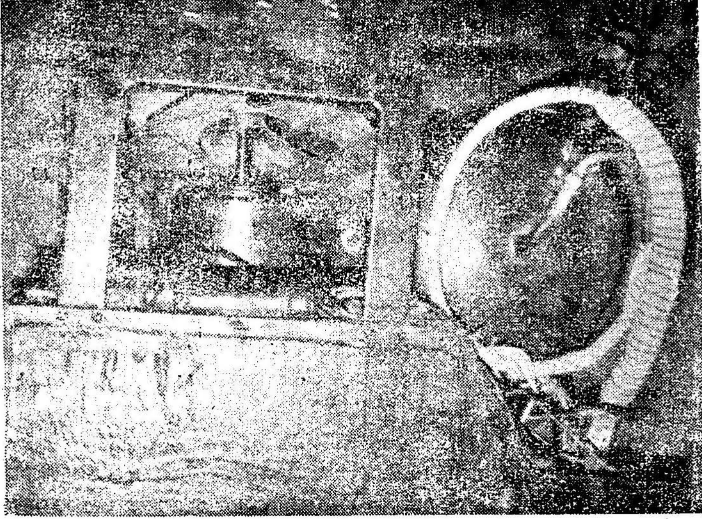
1. இறுக்கி: இது மூடப்பட்ட (sealed type) இரகத்தைச் சேர்ந்தது. மின்பொறியும், இறுக்கியும் சேர்ந்து ஒரே கூட்டினுள் அமைக்கப்பட்டிருக்கும் மின்பொறியை இயக்கத் தேவையான முடிவுகள் (terminals) கூட்டின் மேற்பரப்பில் வைக்கப்பட்டிருக்கும். குளிரூட்டி உட்செல்ல ஒரு வழியும் (குழாய்). இறுக்கப்பட்ட குளிரூட்டி வெளிவர ஒரு வழியும் இருக்கும். இறுக்கி இயங்கத் தேவையான உயவெண்ணெய் கூட்டினுள் ஊற்றப்பட்டுக் கூடு இறுக்கமாக இணைக்கப் (welded) பட்டுவிடும்.

2. சுருக்கி: இறுக்கியினின்று வரும் அதிக அழுத்தக் குளிரூட்டி சுருக்கியினுள் செல்லும்போது, சுருக்கியின் விசிறியினால் (Condenser Fan) உந்தப்படும் காற்றுக் குழாய்களின் மேற் பரப்பிலிருந்து வெப்பத்தை அகற்றுவதால் சுருக்கப்பட்டு நீர்ம வடிவடையும். தேவைக்கேற்றவாறு சுருக்கியில் குழாய்களின் எண்ணிக்கை மாறுபடும். மேற்பரப்பினின்றும் சுலபமாக வெப்பத்தை வெளியேற்றவும், அதிக வெப்பங்கடத்தும் பரப்பு உண்டாக்கவும், சுருக்கியின் குழாய்கள் தகடுகளினுள் (Fins) அமைக்கப்பட்டிருக்கும்.

3. நுண்குழாய் (Capillary Tube): சுருக்கியினின்று வரும் திரவ வடிவிலுள்ள குளிரூட்டி திரவ வடிகட்டி (Liquid strainer or Filter) மூலமாக நுண்குழாயைச் சேரும். இதன் மூலம் பாயும்போது அழுத்தம் நிதானமாகக் குறையும். முடிவில் ஆவியாக்கியின் குறைவான அழுத்தத்தை அடையும்.

4. ஆவியாக்கி: குறைவான அழுத்தத்திற்கு விரிவாக்கப்பட்ட குளிரூட்டி திரவ வடிவினின்றும் ஆவியாகி, அதற்குத்

தேவையான உள்ளுறை வெப்பத்தைக் குழாய்களின் சுவர்களி லிருந்து எடுத்துக் கொள்ளும். ஆகவே, ஆவியாக்கியின் குழாய்கள் மிகக் குறைந்த வெப்பநிலையில் இருக்கும். இவற்



படம் 67
சாளரச் சாதனம் : உள்தோற்றம் (மேலிருந்து)
நன்றி : 'சிட்டி என்சினியரிங்'

றின் மேல் காற்றுச் செல்லும்போது காற்றிலிருந்து வெப்பம் அகற்றப்படும். இவ்வாறு காற்று குளிர வைக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு குளிரும்போது பிரிக்கப்படும் நீர் சுருக்கியின் பாகத் திற்கு ஒரு குழாய் மூலம் செலுத்தப்படும்.

5. காற்றுடிகள் (Fans) : வெளிக் காற்றைச் சாதனத்தினுள் இழுத்துச் சுருக்கியின் வழியாகச் செலுத்த சுருக்கிக் காற்றுடியும் அறையிலுள்ள காற்றை உள்ளிழுத்து ஆவியாக்கியின் மூலம் செலுத்திக் குளிரவைக்க ஆவியாக்கிக் காற்றுடியும் (Evaporator fan) உள்ளன. இவையிரண்டும் ஒரே மின்பொறியின் (Electric motor) தண்டில் (shaft) பொருத்தப்பட்டிருக்கும்.

6. **வெப்பநிலைக் காப்பான் (Thermostat) :** அறையின் வெப்பநிலை வேண்டிய அளவு குறைக்கப்பட்டதும் இறுக்கியை

நிறுத்தவும், அது அதிகமானல் இறுக்கியை இயக்கவும் வெப்ப நிலைக் காப்பான் ஒன்று மின் சுற்றில் (electric circuit) அமைக்கப்படும்.

7. வடிகட்டி (Filter) : இது நொய்வம் (Rubber) கலந்த கயிற்றிழையாலானது. இதை எளிதில் சுத்தப்படுத்தவும், மாற்றவும் இயலும். இவை தவிர அறையிலுள்ள காற்றை வெளியேற்றவும், தேவையானல் வெளிக் காற்றை உள்ளிழுக்கவும் முறையே வெளிப் போக்குந் தடைக் கருவியும் (cxhaust damper) புதுக் காற்றுத் தடைக் கருவியும் (fresh air damper) இருக்கும். சாதனத்தின் கட்டுப்படுத்தும் பலகையில் (control panel) உள்ளவைகள்:



படம் 68
சாளரச் சாதனம்: (உள்தோற்றம்)
(வடிகட்டி, நொய்வம் கலந்த கயிற்றிழையாலானது) நன்றி: 'ஆர்கோ'

1. காற்றூடி இறுக்கி முதலியவற்றை இயக்கவும், நிறுத்தவும் சுவிட்சு (on—off switch)
2 தடைக் கருவிகளை இயக்கும் குமிழ்கள்.
3. வெப்பநிலைக் காப்பானைச் சரிப்படுத்தும் குமிழ்.

மேற்கூறிய யாவும் சாதனப் பெட்டியில் (cabinet) தகுந்த முறையில் அமைக்கப்படும். இப்பாகங்கள் அமைக்கப்படும்

முறையில்தான் வேறுபாடுகள் இருக்கும். பெட்டியின் முக்கியத் தேவைகள் வருமாறு :

1. அறையின் காற்றை உள்ளிழுத்து ஆவியாக்கியின் மூலம் செலுத்திக் குளிர வைத்துப் பின் அறையினுள் செலுத்தத் தேவையான பாதை.

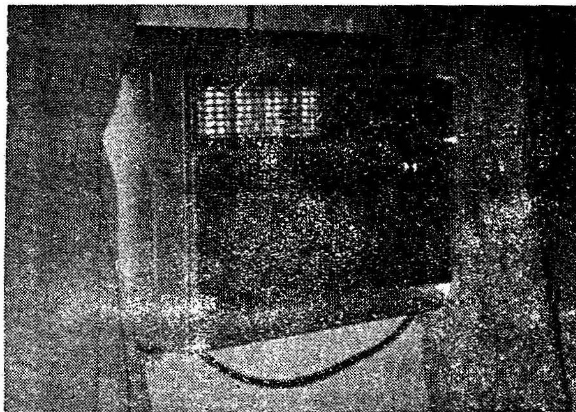
2. வெளிக் காற்றை உள்ளிழுத்துச் சுருக்கியின் மூலம் செலுத்திப் பின் வெளியேற்றும் பாதை.

3. இவ்விரண்டிற்குமிடையே காற்றுப் புகா வண்ணம் காப்பிடப்பட்ட தடுப்புச் சுவர் ஆகியவையாகும்.

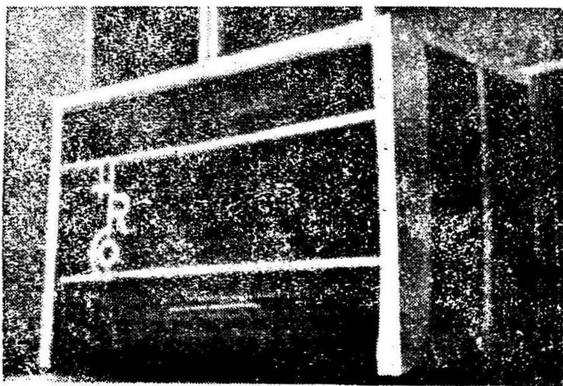
ஆவியாக்கியும், அதன் சுற்றுப்புறமும் வெப்பம் வெளியிலிருந்து உட்புகா வண்ணம் நன்றாகக் காப்பிடப்பட்டு இருக்க வேண்டும்.

இதுவரை சீராக்கியின் அமைப்புமுறை கூறப்பட்டது. இனி அஃது இயங்கும் விதம் விவரிக்கப்படும்.

ஆவியாக்கியின் விசிறி அறையிலுள்ள காற்றை அளியின் (Grille) மூலம் உள்ளிழுக்கும். இக் காற்று வடிகட்டியின் மூலம் சென்று ஆவியாக்கியின் வழியாக வரும். ஆவியாக்கியில் குளிரவைக்கப்பட்ட காற்று சாதனத்தின் முன்புறத்திலுள்ள மாற்றி அமைக்கக் கூடிய அளியின் (adjustable grille) மூலம் அறையினுள் செலுத்தப்படும். சுருக்கி, இறுக்கி ஆகியவை உள்ள பாகங்கள் அறைக்கு வெளியே இருக்கும். இவை ஆவியாக்கியின் பாகத்தினின்று தனியாக இருக்கும். சாதனத்தின் பக்கங்களிலுள்ள அளியின் மூலமாக வெளிக் காற்று உள்ளே நுழைந்து சுருக்கியின் வழியாகச் செல்லும். சாதனத்தின் முன்புறம் ஏறக்குறைய 5லிருந்து 10 செ மீ. வரை அறையினுள்ளும், மற்றப் பாகங்கள் வெளியேயும் இருக்குமாறு சாளரத்தின் படிக் கல்லின் (window-sill) மேல் வைக்கப்படும். சாதனத்தைச் சுற்றிலும் காற்றுப் புகாவண்ணம் அடைக்கப்பட வேண்டும். படிக் கல்லின் (sill) அகலம் (width) சாதனத்திற்குப் போதுமானதாக இல்லாதிருந்தால் வெளிப் புறத்தில் தகுந்த தாங்கிகள் (Brackets) அமைக்கப்பட வேண்டும். சாதனம் அதிர்வில்லாமல் (vibration) இயங்குமாறு தகுந்த முறையில் பொருத்தப்பட வேண்டும். ஆவியாக்கியில் காற்றுச் செல்லும்போது பிரிக்கப்படும் நீர் சுருக்கியின் பகுதியில் வந்து தேங்கும். சுருக்கி விசிறி சுழலும்போது இது திவலைகளாகச் சுருக்கியின் குழாய்களின் மேல் வீசப்படும். சுருக்கியினின்று வெப்பம் நீக்க இது பெரிதும் உதவியாக இருக்கும். அவ்வாறு எடுக்



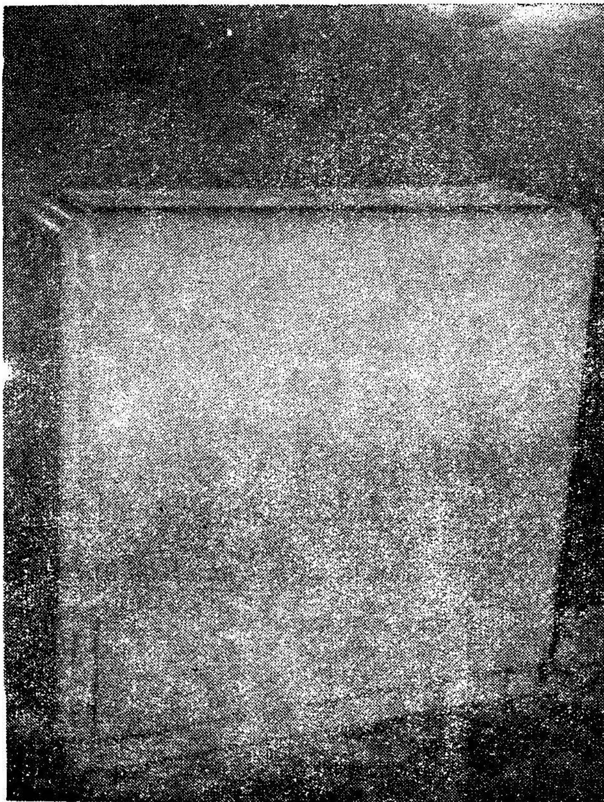
படம் 69 (அ)
அறைக்கு உள்ளே
சாளரச் சாதனத்தின் இரு தோற்றங்கள். நன்றி: ஆர்கோ



படம் 69 (ஆ)
அறைக்கு வெளியே

கப்பட்ட அளவு போக மீதமாகத் தேங்கியுள்ள நீர் வெளியே வழிந்து செல்ல ஒரு குழாய் பொருத்தப்பட வேண்டும்.

நிலைப் பெட்டிச் சாதனங்கள் (Console units): அறையினுள் தரையில் நிறுவப்படும் இச் சாதனத்தில் வெளிக் காற்று



படம் 70
காற்றுச் சீராக்கி: நிலைப்பெட்டி வகை
நன்றி: 'மெட்ராஸ் ஸ்டுடியோ'

வந்து செல்லத் தேவையான நாளங்கள் (Ducts) சுவரிலோ பலகணியிலோ அமைக்கப்படும். இது சாளரச் சாதனங்களைவிட குளிர்விக்கும் திறன் (cooling capacity) அதிகமுடையது. மற்றப் படி இவ்விரு சாதனங்களின் பாகங்களில் வேறுபாடு எதுவும் கிடையாது.

மேற் கூறியவாறு அநேகமாக எல்லா அறைச் சீராக்கிகளிலும் குளிர் சாதனம் மட்டுமே இருக்கும். அறையின் காற்றை வடிகட்டிக் குளிரவைத்துப் பின் அறையினுள் செலுத்தி அறையின் வெப்பநிலையைக் குறைக்க இவை பயன்படும். அறையினுள் சுகமாக இருக்க அநேக இடங்களில் இச் சாதானம் போதுமானதாக இருக்கும். ஆனால், காற்றின் ஈரநிலையை அதிகப்படுத்தவோ வெப்பநிலையைக் கூட்டவோ இச் சாதனங்களால் இயலா. அதற்காக இன்னும் வேறு சில பாகங்கள் சேர்க்கப்பட வேண்டும். காற்றில் ஈரப்பசை குறைவாக உள்ள இடங்களில் ஈரநிலையை அதிகப்படுத்த இச் சாதனத்தோடு ஒரு நீர்த் தொட்டி பொருத்தப்படும். இதிலிருந்து வேண்டிய அளவு நீரைத் தருவித்துக் காற்றோடு கலந்து அறையினுள் செலுத்த வேண்டும். வெப்பநிலையைக் கூட்ட மின் சூடேற்றிகள் (electric heaters) பொருத்தப்பட வேண்டும். குளிர்ந்த இடங்களில் அறையினுள் வெப்பமேற்றச் சாதனத்திலுள்ள குளிர் பொறியை நிறுத்திவிட்டு இச் சூடேற்றிகளை மின் சுற்றில் இணைப்பதன் மூலம் சாதனத்தின் உள்ளிழுக்கப்படும் காற்று சூடேறி அதிக வெப்பநிலையில் அறையினுள் செலுத்தப்படும்.

இவ்வாறு நிறுவப்படும் இடத்தைப் பொறுத்து இத்தகைய அதிகப்படியான பாகங்களையும் (extra components) பொருத்துதல் வேண்டும்.

கட்டுச் சீராக்கிகள் (Package air conditioners): அறைக் காற்றுச் சீராக்கிகளைவிட அளவில் பெரியவை கட்டுச் சீராக்கிகள். அலுவலகங்களிலும், விடுதிகளிலும் பயன்படும். குறிப்பிட்ட அறையினுள்ளோ அறைக்கு வெளியிலோ இவற்றை நிறுவலாம். இவற்றின் முக்கியப் பாகங்கள் வருமாறு:

1. இறுக்கி: இச் சாதனங்களில் பாதி மூடப்பட்ட வகையைச் (Semi Sealed type) சேர்ந்த இறுக்கிகள் பொருத்தப்படுகின்றன. இவை குழாய்களை இணைக்கத் தேவையான உள்ளீற்றும் (suction), வெளியேற்றும் (discharge) வால்வுகள் கொண்டவை.

2. சுருக்கி: இதில் குளிர்விக்கப் பயன்படும் ஊடகம் நீராகும். ஆகவே, அதிக அளவு நீர் தேவைப்படும். சுருக்கியின் ஒரு வழியாகத் தண்ணீரும், மற்றொரு புறமாக இறுக்கப்பட்ட குளிரூட்டியும் செல்லும்போது இரண்டிற்குமிடையே வெப்பமாற்றம் ஏற்பட்டுக் குளிரூட்டி திரவ வடிவாகச் சுருக்கப்படும். நீரின் வெப்பநிலை அதிகமாகும். போதிய அளவு

நீரில்லாத இடங்களில் அதே நீரை வெளியே குளிரவைத்து மீண்டும் பயன்படுத்த வேண்டும். இவ்வாறு நீரைச் சுருக்கி யின் மூலம் செலுத்த ஒரு சுழற்பம்பு (circulating pump) தேவைப்படும்.

3. **விரிவு வால்வு** (Expansion volve)—சுருக்கியில் நீர்ம மாக்கப்பட்ட குளிரூட்டி வடிகட்டியின் (Strainer or Filter) மூல மாக விரிவு வால்விற்கு வரும். இது வெப்பநிலை சார்ந்த தாக (Thermo static) இருக்கும். ஆவியாக்கியின் வெப்ப நிலையைப் பொறுத்து அதன் அழுத்தத்தை மாற்றும் விதத்தில் இவ்வால்வு இயங்கும்.

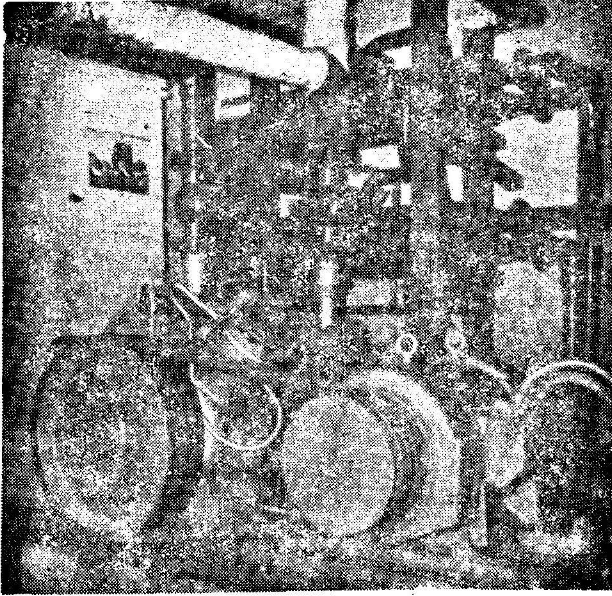
4. ஆவியாக்கி : விரிவு வால்வில் விரிவாக்கப்பட்ட குளி ரூட்டி ஆவியாக்கி அடைந்து அதில் உள்ளுறை வெப்பத்தைக் கவர்ந்து ஆவியாகும். ஆகவே, இது குறைந்த வெப்ப நிலையில் இருக்கும். வடிகட்டியின் மூலம் உள்ளிழுக்கப்படும் காற்று இவ்விடத்தில் குளிர்விக்கப்பட்டு உரிய நாளங்கள் வழியாக அறையை வந்தடையும். சாதனம் அறைக்குள்ளேயே நிறுவப் படுமானல் இத்தகைய நாளங்கள் தேவைப்படா. ஆனல், அக் குறிப்பிட்ட அறையில் மட்டுமே காற்றுசீராக்கப்படும். அறைக்கு வெளியே நிறுவப்பட்டால் காற்றை உள்ளிழுக்கவும், சீராக்கப் பட்ட காற்றை அறைக்குச் செலுத்தவும் நாளங்கள் தேவைப் படும். ஒரு சாதனத்தின் மூலம் ஒன்றிற்குமேற்பட்ட தனித்தனி அறைகளில் காற்றைச் சீராக்க இயலும்.

5. **விசிறி:** அறைக்காற்றைச் சாதனத்தின் உள்ளிழுக்கவும், சீராக்கப்பட்ட காற்றை அறையினுயிள் செலுத்தவும் இக் காற்றூடி தேவைப்படும்.

சாதனத்தின் அடிப்பாகத்தில் இறுக்கியும், சுருக்கியும் அமைக்கப்படும். அவற்றிற்கு மேலே ஆவியாக்கியும் அதற்கும் மேலே விசிறி அறையும் விசிறி அறைக்குமேல் நிறை இடமும் (Plenum chamber) அமைக்கப்படும். இவை யாவும் ஓர் அமைப்பினில் இருக்குமாறு வைப்பதால் இச் சாதனம் கட்டுத் சாதனம் எனப்படும். சுருக்கியை இயக்க, நிறுத்த சுவிட்சும், வெப்பநிலையைச் சரியாக்க வெப்பநிலைக் காப்புக் கருவியும் பொருத்தப்படும். சுவிட்சில் விசிறியை மட்டும் இயக்க ஒரு நிலையும் விசிறியோடு இறுக்கியையும் இயக்க இன்னொரு நிலையும் இருக்கும்.

அளவினில் பெரியதே தவிர இயங்கும் விதத்தில்—சுருக்கி யில் குளிர்விக்க நீர் தேவைப்படும் என்பதைத் தவிர—கட்டுச்

சாதனம் அறைக்காற்றுச் சீராக்கிகளை ஒத்ததேயாகும். இவற்றின் திறன் 5லிருந்து 15 டன் வரை மாறுபடும். இதற்கும் அதிகமாகத் திறன் தேவைப்பட்டால் மத்திய சீராக்கிகள் (Central air conditioning plants) நிறுவப்பட வேண்டும். இவை அரங்குகள். பள்ளிகள், விடுதிகள், நூலகங்கள் போன்ற மக்கள் கூடுமிடங்களில் மிகுந்த அளவில் காற்றைச் சீராக்கப் பயன்படும். இச்சாதனத்தின் பொறி தனித்து ஓரிடத்தில் அமைக்கப்படும். இங்கு இறுக்கி, சுருக்கி, ஆவியாக்கி,



படம் 71

மத்திய சாதனம். நன்றி: சென்ட்ரல்

கட்டுப்படுத்தும் பலகை (Control board) முதலியவை இருக்கும். சீராக்கப்பட்ட காற்று நாளங்கள் வழியாக வெவ்வேறு அறைகளுக்குச் செலுத்தப்படும். அறைகளில் பயன்படுத்தப்பட்ட திரும்புகாற்றுச் சாதனத்தின் ஆவியாக்கியினுள் இழுக்கப்படும். வேண்டிய அளவு வெளிப் புதுக் காற்று இதனோடு கலக்கப்படவும் வேண்டிய அமைப்பு இருக்கும் நேர்முகச் சாதனங்களில் (direct units) காற்று ஆவியாக்கியின் வழிச்செலுத்தப்படும்.

மறைமுகச் சாதனங்களில் (indirect units) ஆவியாக்கி நீர் அல்லது உப்பு நீர் (Brine) போன்றவற்றைக் குளிர்விக்கப் பயன்படும். இவ்வாறு குளிர்விக்கப்பட்ட ஊடகத்திவலை (spray)

வழியாகக் காற்றுச் செலுத்தப்பட்டுக் குளிர்விக்கப்படும். இம்முறையில் குளிர்ச்சியை ஊடகத்தில் சேமித்து வைத்துக் கொள்ள இயலும்.

மத்திய சாதனங்கள் ஒவ்வோர் அறைக்கும் தனித்தனியாக உள்ள சாதனங்களின் மொத்த மதிப்பைவிட குறைவாகவே இருக்கும். அவற்றைப் பேணுவதும் எளிது.

மனிதன் வசதிக்காகச் செய்யப்படும் காற்றுச் சீராக்கியில் காற்றின் வெப்பநிலை, பருவநிலை ஆகியவற்றைப் பொறுத்துச் சிறிது மாறுபடும். இது பயனுடைய வெப்பநிலை (effective temperature) எனப்படும். குளிர் காலத்தில் 20°C கோடையில் 22°Cஎனக் கொள்ளலாம். இது செய்யப்படும் வேலையின் தன்மையையும். அளவையும் பொறுத்துச் சிறிது வேறுபடும். அதிக அளவு வேலையிருக்குமிடத்தில் குறைவான வெப்பநிலை சுகமாக இருக்கும். இவ்வாறு சுகமளிக்கும் வெப்பநிலை காற்றின் ஈரநிலை, காற்றின் வேகம் முதலியவற்றைப் பொறுத்தும் சிறிது மாறலாம். ஒரே பயனுடைய வெப்பநிலையைச் சார்ந்த ஈரநிலை 0—100%லும், காற்றின் வேகம் மாறுபடுவதிலும் அடைய இயலும். எனவே, பயனுடைய வெப்பநிலை ஓர் அளவினதாக இருந்தால் அதேஅளவு வெப்ப உணர்வு (feeling of warmth) இருக்குமேயன்றி அதே அளவு சுகம் அளிப்பதாய் இராது. ஏனெனில், குறைந்து சார்ந்த ஈரநிலையில் தோல், உதடு முதலிய உறுப்புகள் உலர்ந்துவிடும். அதிக ஈரநிலையில் வியர்வை தோலின் மேல் தங்கிச் சுகமின்மையையும், உடல் நாற்றத்தையும் ஏற்படுத்தும். அதிக அளவு காற்றின் வேகம் உடை முதலியவற்றை உந்தித் தள்ளுவதால் தொல்லை ஏற்படலாம். இவ்வாறு பயனுள்ள வெப்பநிலை சுகமளிக்கக்கூடிய ஈரநிலை, காற்றின் வேகம் ஆகியவற்றிற்கு ஏற்றவாறு தேர்ந்தெடுக்கப்பட வேண்டும். தேர்ந்தெடுக்கத் தேவையான சில அளவுகள் வருமாறு:

உலர் குமிழ் வெப்பநிலை......25°C—27°C

ஈரக் குமிழ் வெப்பநிலை......18°C—20°C

சார்ந்த ஈரநிலை (சதவீதம்)...49—50

பயனுள்ள வெப்ப நிலை... .....21°C—23°C

காற்றின் வேகம்... .....4.5—7·5 மீட்டர் (நிமிடத்திற்கு)

இவை தவிர கையாளப்படும் காற்றின் அளவுகளும் ஒருவருக்கு இவ்வளவு என்று கணக்கிடப்படும். இதுவும் தேவைக்

கேற்றவாறு மாறும். இதற்கான துணை நூல்களிலிருந்து வேண்டிய அளவுகளைக் கணக்கிடலாம்.

தொழிலகச் சீராக்கிகள் கீழ்க்கண்ட பயன்களுக்கு உபயோகப்படுகின்றன:

1. தொழிலாளிகளுக்குச் சுகமான சூழ்நிலையை ஏற்படுத்தி அவர்களின் திறனை அதிகரித்தல்.
2. நூற்பாலைகள், பண்ணைகள், சுத்திகரிப்பு ஆலைகள் (refineries), சுரங்கங்கள் முதலியவற்றிற்கு ஏற்ற வெப்பநிலை, ஈரநிலை ஆகியவற்றை உண்டாக்குதல்.
3. உணவுப் பொருள்கள் போன்றவற்றைச் சேமிக்கவும், எடுத்துச் செல்லவும் (transport) பயன்படுதல்.
4. நுண் கருவிகள் இயங்கத் தகுந்த மிகச் சுத்தமான உரிய சூழ்நிலையை ஏற்படுத்துதல்.
5. தற்காலக் கணிப்பான்களைக் (கணக்கியந்திரங்கள்—Computers) சீரிய முறையில் இயங்கச் செய்தல்.

அநேக தொழிற்சாலைகளில் சீராக்கப்பட்ட காற்றின் தன்மைகள் இயக்கம் ஒழுங்காக நடைபெறவும், வேலை செய்பவர்களுக்கு வசதி ஏற்படுத்தவும் ஏற்றவையாக இருக்கும். இவ்விரண்டிற்கும் உள்ள தன்மைகள் வேறுபடுமானால் இரு தன்மைகளுக்கும் இடைநிலையைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். ஆக்கப்படும் பொருள்களின் தரத்தையும் பாதிக்காமலும், வேலை செய்பவர்களுக்கும் மிகுந்த வசதிக் குறைவு ஏற்படாமலும் இருத்தல் அவசியம். உதாரணமாக நெசவு, காகிதம், புகையிலை, மரம், தோல் முதலியவை காற்றிலுள்ள ஈரத்தை உறிஞ்சும் தன்மையுடையவை ஆகும். காற்று உலர்ந்திருந்தால் அவற்றிலுள்ள ஈரம் குறைந்துவிடும். அவற்றிலுள்ள ஈரம் தனி ஈரம் (free moisture) எனவும், நைப்பு ஈரம் (Hygroscopic moisture) எனவும் இரு வகைப்படும். தனி ஈரம் காற்றில் எளிதாக ஆவியாகும் தன்மை உடையது. நைப்பு ஈரம் காற்றிலுள்ள ஈரத்தோடு சமநிலையில் இருக்கும். சுற்றுப்புறக் காற்றின் ஈரத்தைக் குறைக்க பொருளின் ஈரமும் குறையும். தொழில் முறையில் உலர வைக்க உலர்ந்த காற்று நன்கு பயன்படும். ஆகவே, சுற்றுப்புறக் காற்றின் ஈரநிலை பொருள்களை மிகவும் பாதிக்கும். எடுத்துக்காட்டாக, நெசவுத் தொழிலில், தகுந்த ஈரநிலையில் நூல்கள் மென்மையாகவும், வளையத் தக்கதாகவும், (pliable) உறுதியாகவும் இருக்கும். உலர்ந்தால் உறுதியற்றுப், நொறுங்கும் தன்மை (brittle) உடையதாகவும்

இருக்கும். இதிலும் வெவ்வேறு பகுதிகளுக்குரிய ஈரநிலை வேறுபடலாம். இயற்கையாகவே காற்றில் இத்தகைய தன்மை இருப்பதாலேயே கோவை போன்ற சில இடங்களில் மட்டுமே நெசவாலைகள் நிறுவப்படுகின்றன. அதுபோல அச்சுத் தொழிலிலும் காகிதத்தின் தன்மை ஈரநிலையைச் சார்ந்து வேறுபாடு அடையும். சார்ந்த ஈரநிலை (relative humidity) 40%க்குக் குறைந்தால் நிலைமின் தேக்கம் ஏற்படும். 60%க்கு மேலாக இருந்தால் காகிதம் தடிக்கவும், மை நிதானமாக உலரவும் ஏதுவாகும்.

ஆகையால், ஒவ்வொரு தொழிலிலும் தேவைக்கு ஏற்றவாறு தன்மைகள் (conditions) மாறுபடினும், நல்ல பயன் பெறவும், உற்பத்தி பெருகவும், பொருள்களைப் பாதுகாக்கவும் சுற்றுப்புறக் காற்றின் தன்மைகள் சீராக வைக்கப்படல் மிகவும் அவசியம் என்பது தெளிவாகும். அவ்வாறு வெளிக் காற்றைச் சீராக்கக் கையாளப்படும் முறைகளையும் (processes) அவற்றின் பல விதங்களையும் இனிப் பார்ப்போம்:

1. காற்றைச் சுத்தப்படுத்துதல் : காற்றைச் சீராக்க முதன்மையானதும் மிக முக்கியமானதும் காற்றைச் சுத்தப்படுத்துதலேயாகும். காற்றிலுள்ள புழுதிபோன்ற காற்றோடு கலந்த அழுக்குகளை அகற்றப் பயன்படும் முறைகள் வருமாறு:

பாகுநிலை வடிகட்டிகள் (Viscous Filters): இரு கம்பி வலைச் சட்டங்களுக்கிடையே நன்கு அடைக்கப்பட்ட, கண்ணாடி, எஃகு முதலியவற்றாலான நார் கொண்ட அமைப்பு உடையவை. இந் நார் எண்ணெயிலோ மற்றப் பிசுபிசுப்பான பொருள்களிலோ நனைக்கப்பட்டு இருக்கும். காற்று இதன் மூலமாகச் செல்லும்போது அதிலுள்ள அழுக்குகள் இவற்றோடு ஒட்டிக் கொள்ளும். இவற்றை அடிக்கடி வெளியே எடுத்துச் சுத்தப்படுத்தி மீண்டும் உபயோகிக்கலாம். அல்லது தேவைக்கேற்றவாறு புதிய வடிகட்டி ஒன்றைப் பொருத்தலாம்.

நிலை மின் வடிகட்டி—(Electro static cleaner) ; தூசு, கிருமிகள், புகை முதலியவற்றை நீக்க இது பயன்படும். மின் அயனிகள் (Ions) நிறைந்த பகுதி மூலம் காற்றுச் செல்லும்போது அதிலுள்ள நுண்ணிய தூள்கள் (particles) மின்னூட்டம் ஏற்பட்டு அடிநிலை மின்வாயை (grounded electrode) நோக்கி இழுக்கப்படும்.

இச் சாதனத்தின் முக்கியப் பகுதிகள் : மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் (A.C.) அழுத்தத்தை அதிகரிப்பது மின்மாற்றி

(transformer). இதன் துணைச் சுற்று (secondary circuit) ஒரு திருத்தியின் (Rectifier) உதவியால் நேர்த்திசை மின்னோட்டத்தை 6000 முதல் 12,000 வோல்ட்வரை உள்ள அழுத்தத்தில் தரும். அடுத்தடுத்த கம்பிவலைத் தகடுகளில் நேர் மின்வாய் (Positive) எதிர் மின்வாய் (Negative) என்று மாற்றி மாற்றி இணைப்பதன் மூலம் இரண்டிற்குமிடையே உள்ள பகுதி அயனிகள் நிறைந்திருக்கும். இதன் மூலம் காற்றைச் செலுத்தி மேற்கூறியவாறு சுத்தப்படுத்தலாம். இத்தகைய வடிகட்டியினுள் செலுத்து முன்பு, பெரிய துணுக்குகளை மற்றச் சாதாரண வடிகட்டிகள் மூலம் பிரித்தெடுக்க வேண்டும்.

காற்றுக் கழுவிகள் (Air washers) : நீர்த்திவலைகள் (water spray) வழியாகக் காற்றைச் செலுத்தும்போது காற்றிலுள்ள அழுக்குகள் நனைக்கப்பட்டுப் பின் பிரிக்கப்படும். பெரிய சாதனங்களில் இம்முறை அதிகமாகப் பயன்படும். சுத்தப்படுத்தமட்டுமல்லாமல் ஓரளவு ஈரநிலையைக் கட்டுப்படுத்தவும் (humiditity control) இது பயன்படும்.

மூடுபனி (Mist or Fog) இது போன்ற நீர்ம அசுத்தங்கள் காற்றைச் சூடாக்குவதன் மூலம் ஆவியாகிப் பின் மறைந்துவிடும். மற்ற ஆவி, வாயு போன்ற அசுத்தங்கள் குளிர வைத்தல் மூலம் சுருங்கும் (condensing) வகையில் பிரித்தெடுக்கப்படும். கிருமிகள் இயைபுப் பொருள்கள் (chemicals) கொண்ட வடிகட்டிகளாலோ, புலப்படா ஊதா நிற விளக்குகளின் (Ultra violet lamps) உதவி கொண்டோ நீக்கப்படும் துர்நாற்றம், மூனைப்புயிரக நீர் (Ozone) உதவி கொண்டு அகற்றப்படலாம். ஆனல், அதன் அளவு அதிகமானல் நெடிய நாற்றமும் சுவாசிப்பதில் சிரமமும் ஏற்படும்.

வெப்பநிலைக் கட்டுப்பாடு (Temperature control) : இது காற்றின் உலர் குமிழ் வெப்பநிலையைத் தேவைக்கேற்றவாறு மாற்றியமைத்தலாகும். இவ்வெப்ப நிலையைக் கூட்டவேண்டுமானல் காற்றைச் சூடேற்றவும், குறைக்க வேண்டுமானல் குளிர்விக்கவும் வேண்டும். மின்சக்தி சுலபமாகவும் குறைந்த விலையிலும் கிடைக்குமானல் மின்சூடேற்றிகள் உதவிகொண்டு சூடுபடுத்த இயலும். காற்று விசிறிகள் மூலம் இச் சூடேற்றிகளின் வழியாகக் காற்றைச் செலுத்தினல் வெப்பம் காற்றிற்குக் கடத்தப்படும். இச் சூடேற்றிகள் மின்சுருள்களாகவோ (coils) தகடுகளாகவோ (strip) கிடைக்கும். வெப்பம் கடத்தத் தேவையான பரப்பளவு இருக்குமாறு அமைத்தல் வேண்டும்.

இம் முறை தவிர நீராவி அல்லது வெந்நீர் கொண்டு சூடேற்றும் முறைகளும் பழக்கத்தில் உள்ளவையே. தொழிற்சாலைகளிலோ வீடுகளிலோ, மின் சக்தி கிடைக்காமலோ விலை அதிகமாகவோ இருக்குமானல் மேற்கூறப்பட்ட நீராவி அல்லது வெந்நீர் பயன்படும். இம் முறையில் இவை வெப்பம் உண்டாகும் உலையிலிருந்து கடைசியாகக் காற்றிற்கு வெப்பத்தை எடுத்துச் செல்லும் இடைநிலைக் கடத்திகளாகப் (Intermediate carriers) பயன்படுகின்றன.

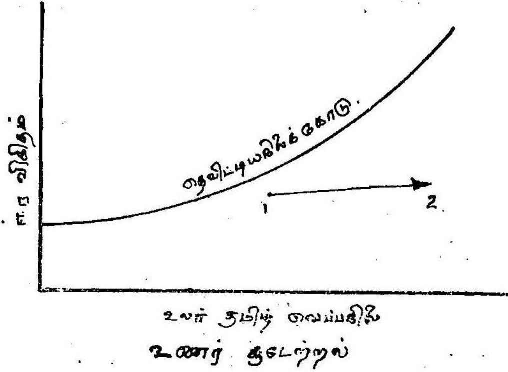
வெளிக் காற்றின் ஈரநிலை சரியான அளவு இருக்குமானல் காற்றைச் சூடாக்குவதன் மூலம் மட்டும் உரிய தன்மைகளை (conditions) அடைய இயலும். இஃது இயற்கையாக அமைவது அரிது. எனினும், இம் முறையில் வெளிக் காற்றின் தன்மைகளை அறிந்து வேண்டிய வெப்பத்தின் அளவைக் கணக்கிட்டு, வெப்பத்தை அந்த அளவில் காற்றில் கலந்து தன்மைகளைச் சீராக்க இயலும்.

மற்ருெரு முறையில் காற்றைக் குளிர்வித்துப் பின் சூடேற்றி உரிய நிலைமையை உண்டாக்கலாம். காற்றின் இறுதி சீராக்கப்பட்ட நிலைமையில் (final conditioned state) அதன் ஈரக் குமிழ் வெப்பநிலைக்கு முதலில் அது குளிர்விக்கப்படும். காற்றிலுள்ள ஆவியின் அளவு இவ்வாறு சீராக்கப்பட்டுப்பின் காற்றைச் சூடாக்குவதன் மூலம் வெப்பநிலையையும் சீராக்க இயலும். ஆனல், இம் முறையில் செலவாகும் வெப்பத்தின் அளவு அதிகமாகும்.

காற்றைக் குளிர்விக்க—அதன் உலர்குமிழ் வெப்ப நிலையைக் குறைக்க—குளிர் சாதனம் பயன்படுகிறது சாதனத்தின் ஆவியாக்கியின் வழியாகச் செல்லும்போது அதன் வெப்பநிலை குறைக்கப்படுகிறது. இம் முறையில் அதன் ஈரநிலையும் அநேகமாகத் தானகவே சீராக்கப்பட்டுவிடும். சிறிய சாதனங்களில் ஈரநிலையைக் கட்டுப்படுத்தத் தேவையிருக்காது. ஆயினும், சில பெரிய சாதனங்களில் சார்ந்த ஈரநிலையைக் கட்டுப்படுத்த முதலில் குளிர்வித்துப் பின் சூடேற்றும் முறை பின்பற்றப்படுகிறது. இம் முறையில் காற்றைக் குளிர்விக்க, குளிர்ந்த நீர் (chilled water) ஊடகமாகப் பயன்படும். காற்று நீர்த் திரை (water screen) எனப்படும். நீர்த் திவலைகள் (spray) வழியாகச் செலுத்தப்படும். அதன் வெப்பநிலை வேண்டிய ஈரக்குமிழ் வெப்ப நிலைக்குக் குறைக்கப்பட்டுப்பின் சூடேற்றப்படும்.

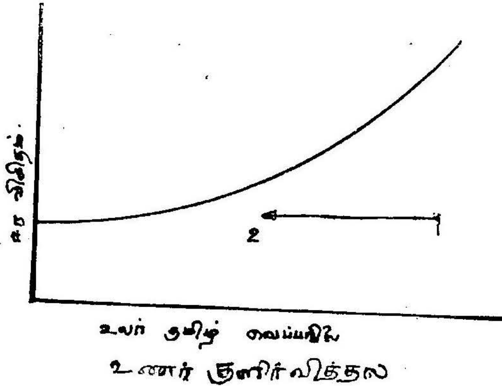
ஈரநிலை மாருமல் காற்றைச் சூடாக்குதல் உணர் சூடேற்றல் (sensible heating) எனவும், குளிர்வித்தல் உணர் குளிர்

வித்தல் (Sensible cooling) எனவும் கூறப்படும். ஈரநிலை வரை படங்களில் (Psychrometric charts) இம் முறை கிடைக் கோடு களாகக் (horizontal lines) குறிக்கப்படும்.



படம் 72

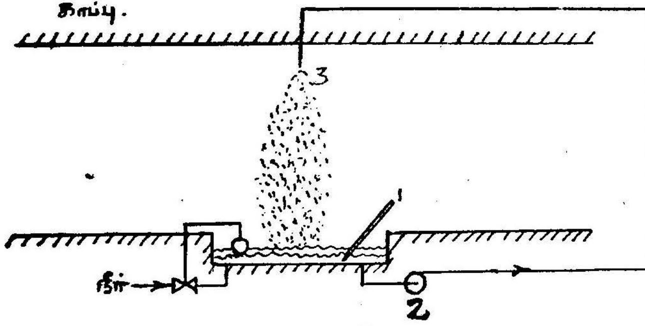
வெப்பமாற்றீடற்ற தெவிட்டுமுறை (Adiabatic saturation): காற்றில் நீரைத் திவலைகளாகத் தூவும்போது அதில் ஒரு பகுதி



படம் 73

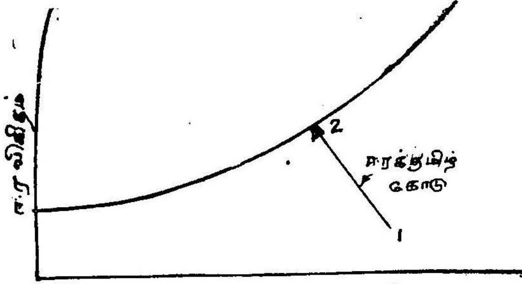
ஆவியாகிக் காற்றைத் தெவிட்டிய நிலைக்குக் கொண்டுவரும். இது தகுந்த முறையில் செயல்பட்டால் வெளிவரும் காற்று நூறு சதவிகிதம் சார்ந்த ஈரநிலையில் (100%RH) இருக்கும்.

அதே நீர் திரும்பவும் பயன்படும். சமநிலை (Equilibrium) ஏற்படும்போது வெளிவரும் காற்று உள் நுழையும். நீரும்



படம் 74
வெப்பமாற்றீடற்ற தெவிட்டல்.
1: வெப்பமானி 2. பம்பு 3. நீர்த்திவலைகள்]

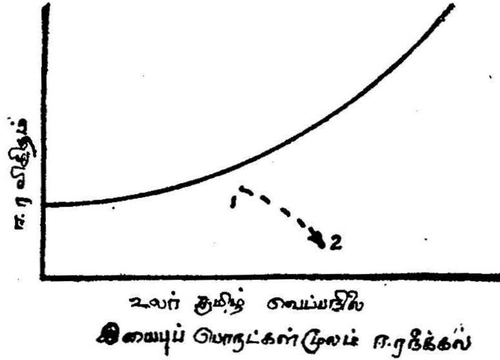
அதே வெப்பநிலையில் இருக்கும். இம் முறையில் நீர் ஆவியாகும்போது கவரப்படும் உள்ளுறை வெப்பம் காற்றிலிருந்து எடுக்கப்படுவதால் காற்றின் வெப்பநிலை குறைகிறது.



பபம் 75

சுற்றுப்புறங்களிலிருந்து வெப்பம் வருவதில்லை. வாணிபம் சார்ந்த பழக்கத்தில் (commercial practices) ஆவியாகிக் குளிரும் முறை (evaporativc cooling) மேற்கூறிய இலட்சிய முறைக்கு ஏறக்குறைய ஒத்ததாகும். இம் முறை சூடான உலர்ந்த நிலைமையில் (hot and dry) மிகவும் பயனுடையது. வெளிவரும் குளிர்ந்த ஈரமுள்ள காற்று வேண்டிய நிலையிலிருக்கும். இம் முறையில் சார்ந்த வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்.

ஈர நிலை வரைபடங்களில் இம் முறை ஈரக் குமிழ் வெப்பநிலைக் கோடுகளுக்கு (wet bulb temperature lines) இணையாகக் குறிக்கப்படும்.



இயைபுப் பொருட்கள் மூலம் ஈரநீக்கல்

படம் 76

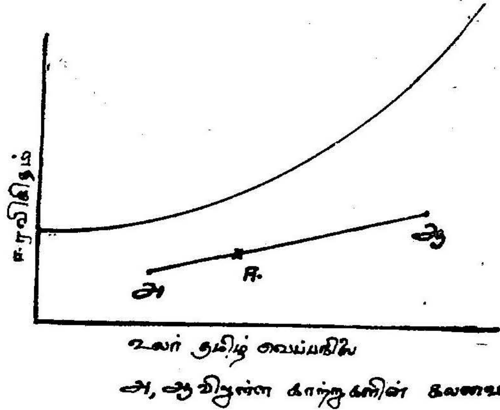
இம்முறையில் முக்கியமாகக் கருத்தில் கொள்ளவேண்டியது, வெளிவரும் காற்றின் ஈரக்குமிழ் வெப்பநிலை பயன்படும் நீர்த்திவலைகளின் வெப்ப நிலையைவிடக் குறைவாக இருக்க இயலாது.

ஈரநிலைக் கட்டுப்பாடு : காற்றில் நீர்த்திவலைகளைத் தூவியோ, காற்றிலுள்ள நீரை நீக்கியோ அதன் ஈர நிலை கட்டுப்படுத்தப் படும். ஈரப்படுத்துதலும் (humidification), ஈர நீக்கலும் (dehumidification) பயன்படும் இரு முறைகளாகும்.

ஈரநீக்கல் : காற்றிலுள்ள நீரின் அளவைக் குளிர வைத்தோ, இயைபுப் பொருள்களைக் கொண்டோ குறைக்க இயலும்.

குளிர்வித்தல் (Cooling) : காற்றின் வெப்பநிலையும், அதன் ஈரவிகிதமும் (humidity ratio) குறைக்கப்படும். ஈர நிலை வரை படங்களில் இம் மாற்றத்தின் உண்மையான முறையைக் (actual process) குறிப்பது கடினமாகும். இது பயன்படும் சாதனத்தைப் பொறுத்து வேறுபடும். ஆரம்ப (initial), இறுதி (final) நிலைகளைக் கணக்கிட்டு அவற்றைப் படத்தில் குறித்து இடையே உள்ள பாதை புள்ளியிட்ட வளைகோட்டால் (dotted curved line) குறிக்கப்படும். ஆவியாக்கியின் குளிர்ந்த சுற்றுகளின் மூலமோ, குளிர்விக்கப்பட்ட நீர்த்திவலைகள் மூலமோ

காற்றுச் செல்லும் போது ஈரக்குமிழ் வெப்பநிலைக்கும் குறைவாகக் குளிர்ச்சியடைவதன் மூலம் காற்றிலுள்ள நீராவி சுருங்கி



படம் 77

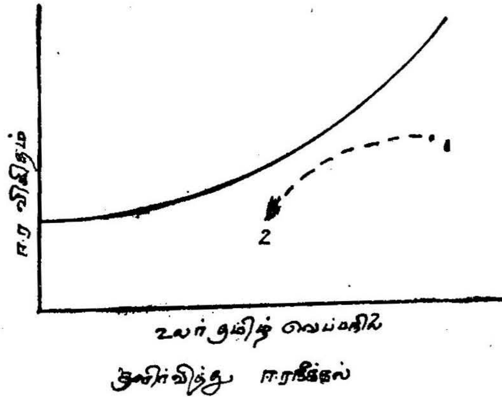
(condense) வெளியே தள்ளப்படும். ஆகவே, சாதனத்தின் இயங்கும் வெப்பநிலைக்கு (operating temperature) ஏற்றவாறு காற்றின் இறுதிநிலைத் தன்மைகளும் (final properties) மாறுபடும்.

இயைபுப் பொருள்கள் : ஈரத்தைக் கவரும் ஆற்றல் கொண்ட சில இயைபுப் பொருள்கள் (chemicals) வழியாகக் காற்றைச் செலுத்தினால் காற்றிலுள்ள ஈரம் நீக்கப்பட்டுவிடும். பொதுவாக இம்முறையில் (காற்றிலுள்ள) நீராவி சுருங்கி, அப்போது வெளிப்படும் உள்ளுறை வெப்பம் காற்றுடன் கலப்பதால் காற்றின் உலர்குமிழ் வெப்பநிலை அதிகமாகும். ஆனால், ஈரக்குமிழ் வெப்பநிலை கூடவோ குறையவோ இயலும். காற்று முன்னைவிட உலர்ந்தும், சூடாகவும் இருக்கும். இம்முறை அநேகமாகத் தொழிலகச் சீராக்கிகளில் மிகுதியாகப் பயன்படும். காற்றின் இறுதி வெப்பநிலையைக் குறைக்கச் சில இடங்களில் உணர் குளிர்முறை (sensible cooling method) பயன்படுத்த வேண்டியிருக்கும்.

பயன்படும் சில பொருள்களாவன : சிலிகா ஜெல் (Silica Gel), கால்சியம் குளோரைடு (Calcium Chloride), ஊக்கப்பட்ட அலுமினா (Activated Alumina) ஆகியவைகளாகும்.

ஈரநிலைக் கட்டுப்பாட்டில் இன்னொரு முறை நேர், மாற்று வழித் தடைக் கருவிகள் (Face and bypass dampers) உபயோ

கிப்பதாகும். சாதனத்தின் அமைப்பைப் படம் 83-ல் காணலாம் (பக்கம் 162). தடைக் கருவிகளை இயக்குவதன் மூலம் குளிர் குழாய்கள் வழிச் செல்லும் காற்றின் அளவையும் அதன் மூலம் பிரிக்கப்



குளிர்வித்து ஈரநீக்கல்

படம் 78

படும் நீரின் அளவையும் மாற்ற இயலும். அதன்மூலம் செல்லும் காற்றின் அளவைக் குறைப்பதன் மூலம் அக் காற்றின் வெப்ப நிலையை இன்னும் குறைக்கச் செய்யலாம். ஆகவே, பிரிக்கப் படும் நீரின் அளவும் அதிகமாகும். பின் காற்றின் இரு பகுதிகளும் கலக்கப்பட்டு உரிய ஈர நிலையில் செலுத்தப்படும்.

மேற்கூறப்பட்ட முறைகள் தவிர, இருவகை நிலையிலுள்ள காற்றுகளைப் போதிய அளவில் கலப்பதன் மூலம் வேண்டிய இறுதித் தன்மைகளை அடைய இயலும். ஒவ்வொரு காற்றின் அளவையும், அதன் ஆரம்பநிலைத் தன்மைகளையும் பொறுத்து இவ்விறுதித் தன்மை அமையும்.

இதுவரை கூறப்பட்ட முறைகளைத் தனியாகவோ, ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட முறைகளைப் பயன்படுத்தியோ காற்று உரிய தன்மைகளுடையதாய்ச் சீராக்கப்படலாம்.

ஒரு காற்றுச் சீராக்கும் சாதனத்தின் முக்கியப் பகுதிகள் வருமாறு:

1. காற்றைச் சாதனத்தின் வெவ்வேறு பாகங்கள் மூலம் செலுத்தத் தேவையான ஆற்றலுடைய விசிறி (Fan) அல்லது துருத்தி (Blower). காற்றுச் சாதனங்கள் மூலமும், அவற்றை இணைக்கும் நாளங்கள் வழியாகவும் செல்லும்போது அவற்

றின் சுவர்கள் தடை உண்டாக்கும். இத் தடையைக் கடக்கவும், காற்று உரிய அளவு வேகத்தில் செல்லவும் கூடிய ஆற்றலுள்ள விசிறியைத் தேர்ந்தெடுத்தல் அவசியம். மேலும் இஃது ஓரளவு ஓசையின்றி இயங்கவும் வேண்டும். மிகுந்த ஒலியெழுப்புமானல் சுகமளிப்பதற்குப் பதில் அவ்வொலியே மிகுந்த சுகவீனத்தை ஏற்படுத்திவிடும். ஆகவே, ஒலி எழுப்பாத போதுமான காற்றை உரிய முறையில் கையாளக்கூடிய விசிறி மிகவும் அவசியம்.

2. **காற்றை வெவ்வேறு பாகங்களுக்கு எடுத்துச் செல்லும் நாளங்கள்:** சீராக்கப்பட்ட காற்றை வேண்டிய இடத்திற்கு எடுத்துச் செல்லப் பயன்படுவன தரவு நாளங்கள் (supply ducts) எனப்படும். பயன்பட்ட காற்றைச் சாதனத்திற்குத் திரும்ப எடுத்துச் செல்லப் பயன்படுவன திரும்பு காற்று நாளங்கள் (return air) எனப்படும்.

3. **இந் நாளங்களின் வாயிலில் அமைக்கப்படும் அளிகள் (Grilles):** அறையினுள் காற்றைத் தகுந்த முறையில் செலுத்த மாற்றி அமைக்கக்கூடிய (adjustable) அளிகள் பொருத்தப் படும். இதன் மூலம் அறையினுள் காற்றின் திசை, வேகம், அளவு முதலியவற்றைக் கட்டுப்படுத்த இயலும்.

4. **வெளிக் காற்றை உள்ளே கொண்டுவரும் வாயில்:** மழையினல் பாதிக்கப்படாதவாறு தகுந்த மூடியுடன் அமைக் கப்படல் வேண்டும். பின் காற்றை வடிகட்டும் சாதனங்கள், இவ்வாறு சுத்தப்படுத்தப்பட்ட காற்றுச் சூடேற்றப்பட வேண் டியதிருந்தால் அதற்கான சூடேற்றிகள், (இவை பதமாக்கும் சூடேற்றிகள் (tempering heaters) எனப்படும். குளிர் காலத்தில் சாதனத்தினுள் பனி உறைவதைத் தடுப்பதற்காகக் காற்றைச் சூடாக்க இவை பயன்படும்) வெந்நீர் நீராவி (steam) அல்லது மின் தடைகள் (electric resistances) முதலியன பயன்படும்.

5. வெளிக்காற்றும், பயன்படுத்தப்பட்ட திரும்பு காற்றும் கலந்து பயன்படுத்தப்பட்டால் இரண்டும் கலக்குமிடம் (mixing point) கவனமாகத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட வேண்டும். பயன் பட்ட காற்றை ஓரளவு வெளியேற்ற வெளிப்போக்கு நாளமும், அதன் அளவைக் கட்டுப்படுத்த வெளிப்போக்குத் தடைக் கருவியும் (exhaust damper), உள் வரும் புதுக்காற்றைக் (fresh air) கொண்டுவர நுழைவு நாளமும் அதன் அளவைக் கட்டுப் படுத்த நுழைவுத் தடைக் கருவியும் (intake damper) பக்கத்தில் அமைக்கப்படும். இரு தடைக் கருவிகளும் ஒரே அளவு திறக்கு மாறு இணைக்கப்படும். இதன் மூலம் வெளிப்போக்குக் காற்றின்

(exhaust air) அளவும் புதுக் காற்றின் அளவும் சமமாக இருக்கும்.

6. காற்றைச் சீராக்கும் பகுதி: காற்றின் வெப்பநிலை, ஈரநிலை ஆகியவற்றைக் கட்டுப்படுத்த முன்கூறப்பட்ட சாதனங்கள் அமைக்கப்படும் இடம்.

மேற்கூறப்பட்ட அனைத்தும் அடங்கிய பகுதி காற்று கையாளும் சாதனம் (air handling unit) எனப்படும்.

காற்றைக் குளிர்விக்கத் தேவையான குளிர்சாதனப் பொறித் தனியாக அமைக்கப்பட்டு, பொறியின் ஆவியாக்கி மட்டும் காற்றைச் சீராக்கும் பகுதியில் வைக்கப்படும்.

ஈரநிலையியல் (Psychrometry)

காற்று எவ்விடத்திலும் ஓரளவு நீரை ஆவி வடிவத்தில் கொண்டதாகவே இருக்கும். ஆகவே, அதன் தன்மையை உலர்ந்த காற்றாகக் (dry air) கணிப்பதைவிட காற்றும் நீராவியும் கலந்த கலவையாகக் கொள்வது நல்லது. இக் கலவையின் தன்மைகள் பற்றி அறிவது ஈரயியல் (Psychrometry) எனப்படும். இது காற்றைச் சீராக்கும் முறை (Air conditioning) மற்றும் காற்று மற்ற வாயுக்களுடன் ஆவிகளின் (vapour) கலவைகளின் தன்மைகளைப் பற்றி அறியப் பயன்படும் அடிப்படைத் தளமாகும். இதன் தத்துவங்கள் பொதுவாக வெப்ப இயக்க இயல் (Thermodynamics), திரவப் போக்கு (fluid flow) வெப்ப மாற்றம் (heat transfer) ஆகியவற்றைச் சார்ந்தவையாகும். ஆகவே, இம் மூன்றின் அடிப்படைத் தத்துவங்கள் (fundamental principles)ஓரளவு தெரிந்திருப்பது பயனளிக்கும்: ஈர இயலைச் சார்ந்த சில வரையறைகளும் (Definitions) கோவைகளும் (Expressions) வருமாறு :

உலர் காற்று (Dry air) : அருமை வாயுக்கள் (rare gases) நீங்கலாகக் கன அளவு (volumetric) விகிதப்படி உயிர் வளி: (Oxygen) : 0·2095; உப்பு வளி (Nitrogen) : 0·7809, ஆர்கான் (Argon): 0.0093, கரியமிலவாயு. 0.0003 என்ற முறையில் அமைந்த காற்று உலர் காற்று எனப்படும். ஆனால், நடைமுறையில் இக் காற்று இருப்பதில்லை. ஓரளவு ஈரம் படிந்தே இருக்கும். சாதாரணமாகக் காற்று எனப்படுவது ஈரக்காற்றே யாகும். உலர் காற்று என்பது காற்றிலுள்ள ஈரப்பசை நீங்கலாக உள்ளவற்றையே குறிக்கும்.

பகுதி அழுத்தம் (Partial Pressure): ஈரப்பசை கலந்த காற்றின் மொத்த அழுத்தம்(டால்டன்-விதிப்படி-Dalton's-Law) உலர் காற்றின் பகுதி அழுத்தம் நீர் ஆவியின் பகுதி அழுத்தம் ஆகியவற்றின் கூடுதலுக்குச் சமமாகும்.

$$Pa = Pda + Pwv$$

P_a: காற்றின் (மொத்த) அழுத்தம்

P_{da}: உலர் காற்றின் (பகுதி) அழுத்தம் (Partial Pressure)

P_{wv}: நீர் ஆவியின் (Water Vapour) (பகுதி) அழுத்தம்.

ஆவி அடர்த்தி :

ஒரு கிலோ, உலர் காற்று, ஆவி ஆகியவற்றின் கன அளவு (அவற்றின் பகுதி அழுத்தத்தில்) முறையே V_{da}, V_v (கன மீட்டர்) எனக் கொண்டால்,

ஆவியின் அடர்த்தி $= \rho_v = \frac{1}{V_v}$ (நீராவி அட்டவணையிலிருந்து).

அழுத்தம்: P_{wv}
வெப்பநிலை: t_{db}

ஆவியின் எடை, $W = \frac{V_v}{V_v} = V_v \; P_v$

$$V_v = V_{da}$$
$$W = V_{da} \; P_v$$
$$= \frac{P_v}{P_{da}} \left(\because V_{da} = \frac{1}{P_{da}} \right)$$
$$P_v = W \times P_{da}$$
$$= W \times \frac{P_{da}}{29{\cdot}27 \times T_{db}}$$
$$= \frac{W (P_a - P_{wv})}{29{\cdot}27 \times T_{db}}.$$

தெவிட்டிய நிலை (Saturation): குறிப்பிட்ட ஒரு வெப்ப நிலையில் ஏற்கக்கூடிய அளவுக்கு ஆவி கலக்கப்படுமானால், அந் நிலை தெவிட்டிய நிலை எனப்படும். இந் நிலையில் குறிப்பிட்ட அளவு காற்று ஒரு நிலையான அளவு (fixed quantity) ஆவியே கொள்ளும். இதனினும் அதிக வெப்ப நிலையில் இன்னும் கூடிய அளவு ஆவியை ஏற்க இயலும். தெவிட்டியநிலையில் ஆவியின்

(பகுதி) அழுத்தம் (Pwv) அந்த வெப்ப நிலைக்கேற்ற நீரின் தெவிட்டிய (saturated) அழுத்தத்திற்குச் சமமாக இருக்கும்.

உலர் குமிழ் வெப்பநிலை (Dry bulb temperature) சாதாரண மேற்பரப்பில் ஈரமில்லாத அசைவற்றப் பாதரசக் குமிழுடைய வெப்பமானியில் காண்பிக்கப்படும் வெப்பநிலையாகும். (t_{ab})

ஈரக்குமிழ் வெப்பநிலை (Wet Bulb Temperature) t_w: இது வெப்பமாற்றீடற்ற தெவிட்டிய வெப்ப நிலை எனவும் கூறப்படும். நீர்ம வடிவிலுள்ள நீர் காற்றில் வெப்பமாற்றம் எதுவுமில்லாமல் ஆவியாகிக் காற்றைத் தெவிட்டிய நிலைக்குக் கொண்டுவரும் வெப்பநிலையாகும். பாதரச வெப்பமானி (Mercury Thermometer) யின் குமிழை ஓர் ஈரத்துணியில் சுற்றி அக் குமிழைக் (தெவிட்டாத-Unsaturated) காற்றில் நகர்த்தினல் அல்லது அக்காற்றை குமிழ் பக்கமாக வேகமாகச்(ஏறக் குறைய நிமிடத்திற்கு 300 மீட்டர் வேகப்) செலுத்தினல் துணியிலுள்ள நீர் ஆவியாகிக் காற்ருேடு கலக்கும். அப்போது அதற்குத் தேவையான உள்ளுறை வெப்பம் எடுக்கப்படுவதால் துணியின் வெப்பநிலை குறையும். காற்றின் வெப்பநிலை அதிகமாக இருப்பதால் காற்றிலிருந்து வெப்பம் துணிக்குச் செல்லும். காற்றிலிருந்து பாயும் வெப்பமும் ஆவியாகப் பயன்படும் உள்ளுறை வெப்பத்தின் அளவும் சமமாக இருக்குமானல் சமநிலை (equilibrium) ஏற்பட்டு துணியின் இச் சமநிலை வெப்ப நிலை (equilibrium temperature) வெப்பமானியில் காண்பிக்கப்படும். இஃது ஈரக்குமிழ் வெப்பநிலை எனப்படும் (t_{wb})

பனிநிலை (t_{ab})—(Dew point temperature): இது காற்றிலுள்ள நீராவி நீராகச் சுருங்கத் தொடங்கும் வெப்பநிலையாகும். இஃது ஆவியின் பகுதி அழுத்தத்திற்கேற்ற (Pwv) தெவிட்டிய வெப்பநிலையாகும் (Saturation temperature).

ஈர விகிதம் W (Humidity Ratio-Specific humidity): காற்று-நீராவிக் கலவையில் ஆவி-உலர் காற்று ஆகியவற்றின் எடைகளின் விகிதமாகும்.

உலர் காற்று, ஆவி ஆகியவற்றின் தன்மைகள் முழுநிறை வாயுவின் தன்மைகளுக்கு ஒத்திருப்பதாகக் கொண்டால், ஆவியின் நிலைச் சமன்பாடு, $P_v V_v = W_v R_v T_v$ ஆகும்.

உலர் காற்றுக்கு $Pda\ Vda = Wa\ Rda\ Tda$.

மேலும் $V_{da} = V_v \quad T_v = T_{da} = T_{db}$. ஆகும்.

ஆகவே, $\dfrac{P_v}{P_{da}} = \dfrac{W_v}{W_{da}} \times \dfrac{R_v}{R_{da}}$

ஆகவே, ஈரவிகிதம், $W = \frac{W_v}{W_{da}}$

$$= \frac{R_{da}}{R_v} \frac{P_v}{P_{da}}$$

$R_{da} = 29{\cdot}27$; $R_v = 46{\cdot}8$

$$\therefore W = 0{\cdot}622 \frac{P_v}{P_{da}}$$

$$= 0{\cdot}622 \left(\frac{P_v}{P_a - P_v} \right)$$

P_a : காற்றின் மொத்த அழுத்தம்.

தனி ஈரநிலை (Absolute humidity) : இது ஆவி அடர்த்தி (Vapour Density) எனவும் கூறப்படும். ஓர் அலகு கன அளவுக் (unit volume) காற்றிலுள்ள நீர்-ஆவியின் எடைக்குச் சமமாகும்.

சார்ந்த ஈரநிலை (Relative humidity) : ϕ–இது காற்றில் நீர் ஆவியின் பகுதி அழுத்தத்திற்கும் உலர் குமிழ் வெப்ப நிலைக் கேற்ற ஆவியின் தெவிட்டிய (saturation) அழுத்தத்திற்கும் (P_s) உள்ள விகிதம் (ratio) ஆகும்.

$$\phi = \frac{Pwv}{Ps}$$

தெவிட்டல் அளவு (Degree of Saturation-Percentage Saturation-Percentage humidity): இது காற்றின் ஈரவிகிதத்திற்கும், அதே உலர் குமிழ் வெப்ப நிலையிலும் அழுத்தத்திலும் காற்றின் தெவிட்டிய ஈர விகிதத்திற்கும் (saturation humidity) உள்ள விகிதமாகும்.

$$\mu = \frac{W}{W_s}$$

$$\mu = \frac{W}{W_s} = \frac{0{\cdot}622\left(\frac{P_v}{P_a - P_v} \right)}{0{\cdot}622\left(\frac{P_s}{P_a - P_s} \right)}$$

$$= \frac{Pv}{Ps} \left[\frac{\left(1 - \frac{P_s}{P_a} \right)}{\left(1 - \frac{Pv}{P_a} \right)} \right]$$

இதில் Ps : தெவிட்டிய நிலை அழுத்தம் (நீராவி அட்டவணையிலிருந்து t_{db} வெப்பநிலையில் குறிக்கப்படும்)

Pa = காற்றின் வளியழுத்தம் (Barametric Pressure)

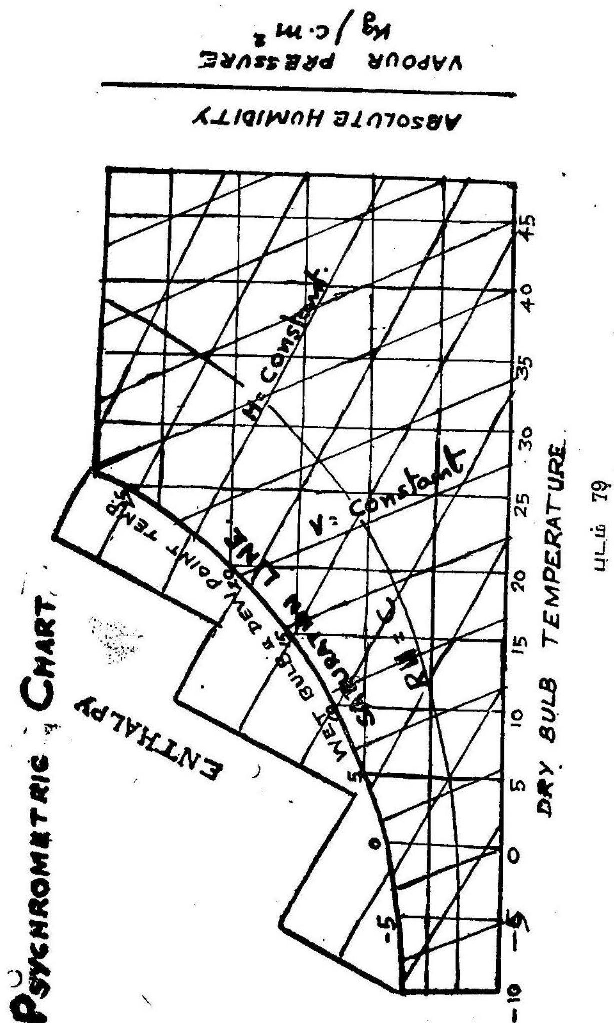
$$\mu = \phi \left[\frac{\left(1 - \frac{P_s}{P_a}\right)}{\left(1 - \frac{Pv}{P_a}\right)} \right] \left(\because \phi = \frac{Pv}{Ps} \right)$$

$$= \phi \left[\frac{\left(1 - \frac{P_s}{P_a}\right)}{\left(1 - \phi \frac{P_s}{P_a}\right)} \right]$$

$$\because \phi = \frac{\mu}{1 - (1 - \mu) \frac{Ps}{Pa}}$$

வெப்ப இயக்கப் பொருள்களின் (Thermodynamic Substances) எவையேனும் இரு தன்மைகளை (properties) அறிவதன் மூலம் பொருளின் தன்மை நிலையைக் குறிக்க இயலும். ஆகவே, மற்ற எல்லாத் தன்மைகளையும் கண்டுபிடிக்க இயலும். இது காற்று-நீராவிக் கலவைக்கும் பொருந்தும். *tdb*, *twb*, ϕ, μ ஆகியவை எளிதில் அளக்கப்படும் தன்மைகளாகும். மற்றெல்லாவிதத் தன்மைகளும் தகுந்த அட்டவணைகள் (Tables) மூலமாகவோ வரை படங்கள் (Charts) உதவி கொண்டோ கணக்கிடப்படக் கூடியவை. காற்று அட்டவணைகளும் (Air Tables) ஈர நிலை வரைபடங்களும் (Psychrometric charts) காற்று ஆவிக் கலவையின் தன்மைகளை நிர்ணயிக்கவும் இதனைச் சார்ந்த இடைபாடுகளைத் (problems) தீர்க்கவும் மிகவும் உதவியாக இருக்கும்.

மனித வசதிக்காகவோ தொழில் முறைச் செய்கைகளை (industrial processes) நன் முறையில் நடத்தவோ வெளிக்காற்றினைச் சில வினைகளுக்குட்படுத்த வேண்டியதிருக்கும். இவை காற்றோட்டங்களைக் (air streams) கலத்தல் சூடேற்றுதல், குளிர்வித்தல், ஈரப்படுத்துதல், உலர்த்துதல் ஆகியவையும் இவற்றில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட வினைகளின் சேர்க்கையும் ஆம். ஒவ்வொரு வினையிலும் காற்றின் தன்மையில் ஏற்படும் மாற்றங்களையும் காற்றின் இறுதித் தன்மைகளையும் கண்டறிய ஈரநிலையியல் பயன்படுகிறது. மேலும் ஒரு குறிப்பிட்ட தன்மைகளுடைய காற்றைப் பெறுவதற்கு உரிய வினைகள்


PSYCHROMETRIC CHART
VAPOUR PRESSURE
Kg/c.m²
ABSOLUTE HUMIDITY
ENTHALPY
WET BULB & DEW POINT TEMP.
SATURATION LINE
V = Constant
H = Constant
RH = C
DRY BULB TEMPERATURE
-10
-5
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45

படம் 79

முறைகள் முதலியவற்றை முடிவு செய்யவும் இது பேருதவியாய் இருக்கும்.

ஈரநிலை இயலில் மிகுதியாகப் பயன்படும் கருவி ஈரநிலைக் கருவியாகும் (Psychrometer). பலவகைப்பட்ட கருவிகள் இருந்தாலும் அநேகமாக அவை இயங்கும் விதம் ஒன்றே. இவற்றின் மூலம் காற்றின் உலர்குமிழ், ஈரக்குமிழ் வெப்பநிலைகள் அளக்கப்படும். அவற்றிற்கான வெப்பமானிகள் இக் கருவியில் இருக்கும். அவற்றின் குமிழ்களை மற்றப் பகுதிகளிலிருந்து வெப்பக் கதிர்வீச்சு (Radiation) முறையில் வந்தடையாதவாறு அவை தகுந்த முறையில் மூடப்பட வேண்டும். இவ்விரு வெப்பநிலைகளைக் கொண்டு காற்றின் மற்றத் தன்மைகளைக் கணக்கிட ஈரநிலை வரைபடங்கள் உதவியாக இருக்கும். ஆகவே, இவ்விரு வெப்பநிலைகளைக் கூடியவரையில் சரியாக அளவிடுவது தான் முக்கியமாகும்.

ஈரநிலை வரை படங்கள் (Psychrometric charts): இப் படத்தின் கூறுகள் (co-ordinates) வெப்ப நிலையும், ஆவியழுத்தமுமாகும். காற்றுஆவிக் கலவையின் உலர்குமிழ் வெப்பநிலை கிடை அச்சிலும் (horizontal axis) ஆவியின் அழுத்தம் குத்து அச்சிலும் (vertical axis) குறிக்கப்படும். பொதுவாக, இவ்வரைபடங்கள் ஒரு வளியழுத்தக் காற்றிற்காகத் தயாரிக்கப்படும். மேலும், குறிப்பிட்ட வளியழுத்தத்தில் காற்றிலுள்ள நீரின் அளவு (ஈரவிகிதம்—W—Humidity Ratio, Specific humidity) அதன் பகுதி அழுத்தத்தைச் (partial pressure) சார்ந்து மாறுபடும். எனவே, குத்து அச்சு மற்றோர் அளவில் (different scale) ஈரவிகிதத்தைக் குறிக்கும். பயன்படும் வெப்பநிலைப் பகுதிகளுக்கு (temperature range) ஏற்றவாறு வரைபடங்கள் தயாரிக்கப்படும்.

வரைபடத்தில் இரு அச்சுகளும் குறிக்கப்பட்ட பின் நீரின் தன்மைகளைக் குறிக்கும் அட்டவணைகளிலிருந்து (steam tables) அழுத்தத்திற்கேற்ற தெவிட்டிய வெப்பநிலையை அறிந்து தெவிட்டிய நிலைக் கோட்டினைக் குறிக்கலாம். இக் கோட்டின் வலப்பக்கம் மிச் சூடுபட்ட ஆவியின் (super heated vapour) தன்மைகள் குறிக்கப்படும். இக்கோடு தெவிட்டிய நிலையைக் குறிப்பதால் சார்ந்த ஈரநிலை (relative humidity) 100 சதவீதத்தைக் குறிக்கும். கிடை அச்சிலிருந்து இக் கோட்டிற்குள்ள குத்துயரத்தின் அளவைச் சம பகுதிகளாகப் பிரித்து 'RH' விகிதத்தை 0-லிருந்து 100 வரை குறிக்க இயலும். ஒரே மதிப்புள்ள *'RH'* புள்ளிகளை இணைப்பதன் மூலம் *RH* கோடுகளைக்

குறிக்க இயலும். உதாரணமாகக் குத்துக் கோடுகளின் மையைப் புள்ளிகளை இணைக்கும் கோடு $RH=0.50$ என்று கொள்ளலாம்.

இவை தவிர சமமொத்த வெப்பக் கோடுகள் (Lines of constant Enthalpy), சம நிறையலகு பருமக் கோடுகள் (lines of constant specific volume), சம ஈரக்குமிழ் வெப்பநிலைக் கோடுகள் (Lines of constant wet bulb temperatures) ஆகியவையும் குறிக்கப்படும்.

மேற்கூறியவாறு காற்று—நீர் ஆவிக் கலவையின் தன்மைகள் வரைபடத்தில் குறிக்கப்படும். இதன் உதவியால், எவையேனும் இரு தன்மைகளைக் கொண்டு, மற்றவைகளைத் தீர்மானிக்க இயலும். இத் தன்மைகள் வருமாறு: வெப்பநிலை, ஈரவிகிதம் அல்லது ஆவியழுத்தம், நிறையலகுபருமம், RH, நிறையலகு மொத்த வெப்பம் (Specific enthalpy).

இவ்வாறு காற்றின் ஆரம்பநிலையையும். சீராக்கப்பட வேண்டிய நிலையையும் வரைபடத்தில் குறித்தபின், இவ்விரு நிலைகளை இணைக்கும் பாதை சீராக்கியில் நிகழும் வினைகளைப் (process) பொறுத்து அமையும். ஆதாவது, காற்றைச் சீராக்கச் செய்யப்படும் பல்வேறு மாற்றங்களைப் பொறுத்து அமையும்.

ஒரு காற்றுச் சீராக்கும் சாதனத்தை வடிவமைக்கக் காற்றின் ஆரம்பநிலை, இறுதி நிலை, காற்றின் அளவு, மாற்றங்கள் நிகழும் முறை ஆகியவை பற்றி அறிதல் வேண்டும். சாதனத்தில் கையாளப் படும் மொத்த வெப்பத்தின் (Total heat) அளவும், அதில் உணர் வெப்பம் (Sensible heat) அறிதல் அவசியம். உள்ளுறை வெப்பம் (Laternt heat) ஆகியவற்றின் விகிதமும் ஈரநிலை வரைபடத்தில் இரு நிலைகளுக்கிடையே ஏற்படும் மாற்றத்தின் பாதையைக் குறித்தால் அதன் கிடை தூரத்தின் (horizontal length) அளவு உணர்வெப்ப அளவைக் குறிக்கும். குத்துயரம் (vertical length) உள்ளுறை வெப்ப அளவைக் குறிக்கும். இவ்விரு வெப்பங்களின் விகிதம் காற்றின் ஆரம்ப, இறுதிநிலைகளைக் குறிக்கவும், உரிய சாதனத்தைத் தேர்ந்தெடுக்கவும் உதவியாக இருக்கும். இவ்விகிதத்தின் குறைந்தபட்ச (minimum), அதிக பட்ச (maximum) மதிப்புகள் தெரிந்திருக்க வேண்டும். இவ்விகிதத்தில் சாய்வுவிகிதம் (slope) கொண்ட கோடுகள் வரைபடத்தில் குறிக்கப்படலாம்.

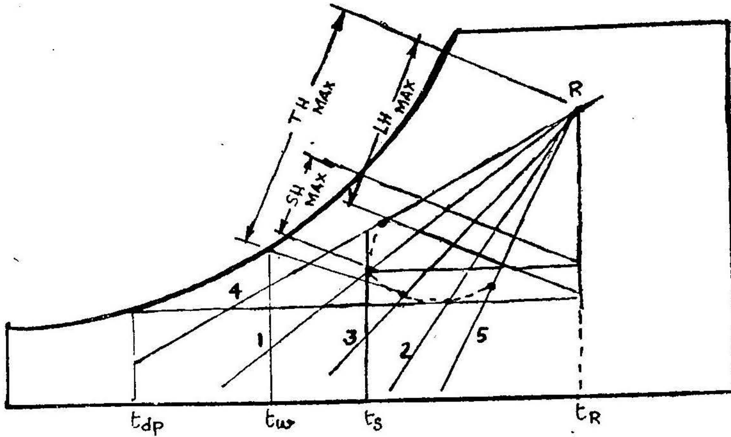
காற்றின் அளவை-ஒரு குறிப்பிட்ட கன அளவையோ, கன அளவுகளின் தொடரையோ (Range of Volumes) கணக்கிட அறையினுட்சுழலும் காற்றின் வேகம், சாதனத்தின் ஆற்றவளவு, உள்நுழையும் காற்று, அறைக்காற்று ஆகியவற்றின் வெப்பநிலை வேறுபாடு ஆகியவை நிர்ணயிக்கப்பட வேண்டும்.

$$\frac{V}{v_s} = \frac{SHL}{0.24(t_s - t_r)}$$

V = காற்றின் அளவு—நிமிடத்திற்குக் கன மீட்டரில்
V_s = நிறையலகு பருமம் கனமீட்டர்/ கிலோ.
Shl = (Sensible Heat Load) உணர்வெப்ப அளவு கிலோ/காலரி நிமிடம்.
t_s = சீராக்கப்பட்ட காற்றின் உலர்குமிழ் வெப்ப நிலை
t_r = அறைக் காற்றின் உலர்குமிழ் வெப்பநிலை

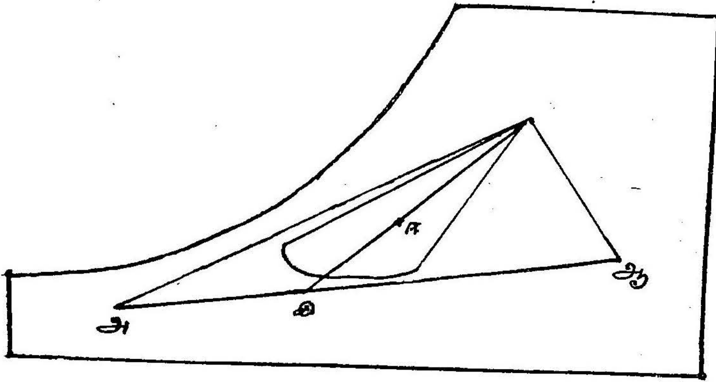
இவ்வெப்ப நிலைகளின் வேறுபாடு ஒரு குறிப்பிட்ட மதிப்பைவிட அதிகமாகாமல் இருக்கத் தேவையான குறைந்த பட்சக் காற்றினளவை இந்தச் சமன்பாட்டைக் கொண்டு கணக்கிடலாம்.

மேலும், ஒரு குறிப்பிட்ட காற்றின் அளவைக் கொண்டு ஐந்து முக்கிய இயங்கு நிலைகளைக் (Loading conditions) குறிக்க இயலும். அவை:



படம் 80
ஐந்து முக்கிய நிலைகள்

1. குறைந்த அளவு 'ts': இது உணர் வெப்ப அளவு அதிகபட்சமாக இருக்கும்போது ஏற்படுவது (SH.Max.)
2. குறைந்த உறைநிலை. *tdp* (dew point temperature): இது உள்ளுறை வெப்பம் அதிகபட்சமாக இருக்கும் போது ஏற்படும் (LH. Max.)
3. குறைந்த ஈரக்குமிழ் வெப்ப நிலை '*twb*': இது மொத்த வெப்ப அளவு அதிகபட்சமாக இருக்கும்போது ஏற்படும்) TH. (Max.)

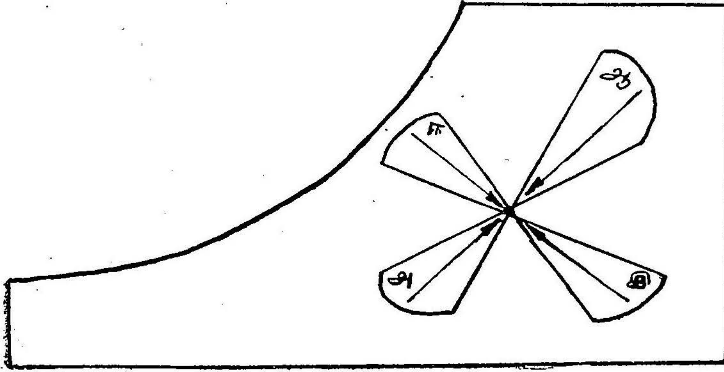


படம் 81
காற்றுக் கலவைகளின் நிலைமை விளக்கும் வரை படம்

மற்ற இரு நிலைகளும் உணர் வெப்பமொத்த வெப்ப விகிதத்தின் (Ratio of Sensible total heat) அதிகபட்ச அல்லது குறைந்தபட்ச அளவுகளில் ஏற்படும். இவ்வைந்து நிலைகள், அறையின் காற்றின் நிலை ஆகியவை ஓர் இதழ் (Lobe) வடிவப் பரப்பைப் படத்தில் குறிக்கும். காற்றின் தரவுநிலை இப் பரப்பினுள் இருந்தால் உரிய தடைக்கருவிகள் (dampers) மூலம் காற்றின் அளவை மாற்றித் தேவையான அறைநிலையை எளிதில் அடையலாம்.

ஆகவே, ஒரு குறிப்பிட்ட தேவைக்கேற்ற சாதனத்தையும், மேற்கொள்ளக்கூடிய முறைகளையும் முடிவு செய்யுமுன் காற்றின் தரவுநிலை (Supply State) அல்லது மேற்கூறிய முக்கிய இயங்கு நிலைகளுக்கேற்ற தரவுநிலை, மாற்றப் பாதை (locus of Supply States) ஆகியவற்றை முடிவு செய்ய வேண்டும். தரவுநிலை, அறையின்நிலை, உணர்வெப்ப விகிதம், கையாளப்படும்

காற்றின் அளவு முதலியவற்றைப் பொறுத்து முடிவு செய்யப் பட வேண்டும். காற்றுச்சீராக்கலில் நான்குவித அடிப்படை முறைகளைப் படம் 82-ல் காணலாம் இவை அநேகமாகப் பழக்கத்தில் உள்ளவைகளாகும். வசதிச் சீராக்கலின் இரு வகைகள் அ, ஆ. இதழ்களும், தொழிலகச் சீராக்கலின் இரு வகைகளை இ, ஈ இதழ்களும் குறிக்கும்.



படம் 82

நான்கு வகைச் சீராக்கும் முறைகள்

அ : கோடைகாலத்திற்கேற்ற குளிர்வித்து, ஈரநீக்குதல்.

ஆ : குளிர்காலத்திற்கேற்ற சூடேற்றி ஈரப்படுத்துதல்.

இ : சூடேற்றி ஈரநீக்குதல்

ஈ : குளிர்வித்து ஈரப்படுத்துதல்.

இவ்விதழ்களின் வடிவம் (shape), இடம் (position) ஆகியவை அந்தந்தத் தேவையைப் பொறுத்து அமையும். தரவுநிலை இதழ்களின் உள் அமையுமாறுல் காற்றின் அளவைத் திருத்துவதன் மூலம் உரிய நிலையை அறையினுள் அடைய இயலும். வரை படத்தில் இவ்விதழ்கள் தரவு இதழ்கள் (supply lobes) எனப்படும்.

மேலும், சீராக்கப்பட்ட காற்று (conditioned air) வெளிக் காற்று (outside air) அல்லது புதுக் காற்று (fresh air), அறைக் காற்று (room air) அல்லது திரும்பச் சுழலும் காற்று (recirculated air) ஆகியவற்றின் அளவுகளை மாற்றிக் கலந்த உரிய தரவு நிலைமையில் காற்றை அறைக்குள் செலுத்த இயலும். இருவகைக் காற்றுகள் கலக்கும்போது அவற்றின் அளவைப்

பொறுத்துக் கலந்தபின் உள்ள நிலை கலக்குமுன் உள்ள நிலை களை இணைக்கும் கோட்டில் இருக்கும். படத்தில் (படம் 81) அ, ஆ-விலுள்ள காற்றுகளைக் கலப்பதன் மூலம் இறுதியில் அ. ஆவை இணைக்கும் கோட்டில் ஏதேனும் ஒரு நிலையிலுள்ள ('இ') காற்றைப் பெற முடியும்.

(அ) : சீராக்கப்பட்ட காற்று நிலை.

(ஆ) ; வெளிக்காற்று நிலை.

(இ) : கலவையின் நிலை

இக் கலவையோடு அறைக் காற்று ('உ' நிலையிலுள்ளது) கலக்கப்பட்டால் இறுதியில் கலவையின் நிலை (ஈ) இதழின் பகுதியினுள் வருமாறு அமைக்க இயலும்.

ஆகவே; தேவையான சாதனத்தைத் தேர்ந்தெடுக்கவும், சரியான முறைகளைப் பயன்படுத்தவும் வரைபடத்தில் கீழ்க் காணும் விவரங்கள் சேகரிக்கப்பட வேண்டும்.

1. அறையின் நிலை—தேவைக்கேற்றவாறு அமையும்.

2. வெளிநிலை/நிலைகளின் தொலைவு (Range of States)—பருவ, இட நிலைகளுக்கேற்றவாறு மாறுவன.

3. அறைக்குச் செல்லும் தரவுக் காற்றின் குறிப்பிட்ட அளவில் முக்கிய இயங்கு நிலை மாற்றப்பாதை (Locus of Critical loading conditions.)

மாற்று வழிப் பகுப்பு (By pass Factor) : காற்றுச் சீராக்கும் சாதனங்களில் உள்ள சூடேற்றும், குளிர்விக்கும் சுருள்கள் போன்ற வெப்ப இயக்க மாற்றங்கள் (Thermodynamic Processes) நிகழும் சாதனங்களில் காற்று ஒரே சீரான வெப்ப நிலையிலுள்ள பரப்போடு தொடர்பு கொள்ளும். வெப்பம் அல்லது ஆவி காற்றிலிருந்தோ அல்லது காற்றை நோக்கியோ செல்லும். இம் மாற்றமானது நிகழும் அளவு, சாதனத்தின் பரப்பின் தன்மை, அளவு (Extent), காற்றின் வேகம், காற்றோட்டத்தில் இப் பரப்பின் அமைப்பு ஆகியவற்றைப் பொறுத்து அமையும். மேற்கூறப்பட்ட யாவும் மாறு இயல்புடையவை. எனவே, சாதனம் அமைக்கப்படும்போது முடிவு செய்யப்பட இயலுமே தவிர, அது இயங்கும்போது மாற்றியமைக்க இயலாது. சாதனத்தின் திறன் (Effectiveness) காற்றிற்கும் அதன் மேற்பரப்பிற்கும் இடையே உள்ள தொடர்பின் வலிமையைப் பொறுத்து அமையும். காற்றோட்டத்தின் ஒரு

பாகம் பரப்போடு நன்கு ஒன்றி பரப்பின் நிலைமைக்கு மாற்றம் கொள்ளும். மற்றொரு பாகம் எவ்வித மாற்றமும் நிகழாமல் செல்லும். இறுதியில் இவ்விரு பாகங்களும் கலந்து ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையை அடையும். இவ்விரு பாகங்களின் விகிதத்தை அறிதல் மிகவும் கடினமானதாகும். எனினும், கலக்கும் வினை (mixing process) காற்றை இரு பாகங்களாகப் பிரித்துப் பின் கலப்பதாகக் கொள்ளப்படும். அதில் ஒரு பாகம் உள்நுழையும் நிலையிலும், மற்றொரு பாகம் சாதனத்தின் பரப்பின் நிலையிலும் இருப்பதாகக் கொள்ளப்படும். முற்கூறப்பட்ட கலக்கும் முறைகளைக் கருத்திற்கொண்டு இவ்விரு பாகங்களைக் கணக்கிட இயலும். இம் முறையில் சாதனத்தை முழுத்திறன் (100% effective) உடையதாகவும், அது ஒரு மாற்று வழியுடன் (By Pass) இயங்குவதாகவும் கொள்ளலாம். ஆகவே சாதனத்தின்—திறனையும் மாற்று வழிப் பகுப்பினால் குறிப்பிட இயலும். மேலும், நடைமுறையில் சாதனங்களின் இயக்கத்தை ஆராயவும் இது பயன்படும். சாதனத்தின் மாற்று வழிப்பகுப்பு தரப்பட்டால் அதன் திறனையும், காற்றின் நிலையையும் கணக்கிடச் சுலபமாகும்.

மாற்று வழிப் பகுப்பு (By pass Factor) F

$$=\frac{T_s-T_f}{T_s-T_i}$$

T_s : சாதனத்தின் (பரப்பின்) வெப்பநிலை

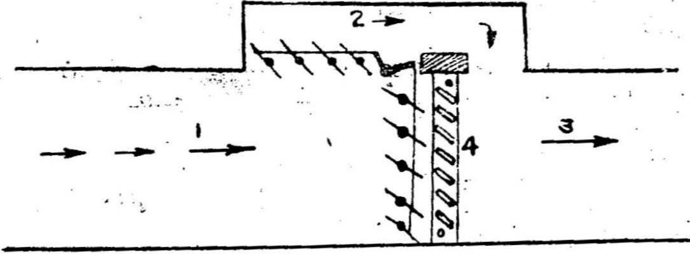
T_f : காற்றின் இறுதி (final) வெப்பநிலை

T_i : காற்றின் ஆரம்ப (initial) வெப்பநிலை

இவ்வாறு, மாற்று வழிப் பகுப்பினைப் பயன்படுத்தச் சாதனத்தின் பரப்பு ஒரே வெப்பநிலையிலிருப்பதாகக் கொள்ளப்பட்டது. ஆயினும், நடைமுறையில் வெப்பநிலை ஒவ்வொரு பாகத்திலும் மாறுபடும். மேலும், ஒவ்வொரு வரிசையிலும் மாற்றுவழிப்பகுப்பு ஒரே மாதிரி இருப்பதாகக் கொள்ளப்படும். காற்றின் வேகமும் மாறுபடுவதால் இதன் மதிப்பும் மாறுபடும். இவ்வாறு பல தடைகள் இருப்பினும், இம் முறை கணக்கிட எளிதாக உள்ளது. சாதனத்தில் சூடேற்றும் அல்லது குளிர்விக்கும் சுழல்களை வடிவமைக்கவும், பின் அவற்றின் இயக்க இயல்புகளை முடிவு செய்யவும் இம் முறை உதவியாக இருக்கும்.

மேலும், காற்றின் குறிப்பிட்ட நிலையைச் சாதனத்தின் வழியாகச் செல்லும் காற்றின் அளவையும், மாற்று வழியின் மூலம்

செல்லும் காற்றின் அளவையும் தேவைக்கேற்றாற்போல் மாற்று வதன் மூலமும் அடையலாம்.



படம் 83

மாற்றுவழி (By pass) அமைப்பு

1 நுழை காற்று 2. மாற்று வழிக் காற்று 3. சீராக்கப்பட்ட காற்று 4. ஆவியாக்கி (குளிர்விக்கும்) சுற்று (Cooling coils).

காற்றின் ஈர நிலையைக் கட்டுப்படுத்த இம் மாற்றுவழி முறையைப் பயன்படுத்தலாம். சாதனத்தில் கையாளப்படும் காற்று 'அ' கிலோ கிராம்/மணி எனவும்; அறையிலிருந்து இழுக்கப் படும் காற்றின் நிலை வரை படத்தில் 'ஆ' நிலையில் குறிக்கப்படு வதாகவும் கொண்டால் காற்றின் மொத்த அளவும் ஆவி யாக்கியின் வழிச் செல்லும்போது 'இ' நிலைக்குக் கொண்டுவரப் படும். இவ்வாறு சீராக்கப்பட்ட காற்று, அறையின் காற்றோடு கலந்தால் வெப்பநிலை 'ஈ'யிலும் ஈரநிலை 'உ'விலும் இருக்கும். சாதனத்தின் வழிச் செல்லும் காற்றைக் குறைத்து மீதியை மாற்று வழியின்மூலம் செலுத்தினால் காற்றின் வெப்பநிலை 'ஊ'க்குக் குறைந்து இறுதிநிலை வெப்பநிலை 'ஈ'யாகவும், ஈரநிலை 'எ' ஆகவும் இருக்கும். இந் நிலை குறைவான ஈரநிலை யைக் கொண்டதாகும். இவ்வாறு ஈரநிலையைக் கட்டுப்படுத்த இயலும்.

இதுவரை, காற்றைத் தூய்மைப்படுத்தித் துர்நாற்றம் முத லியவற்றை நீக்கி, வெப்பநிலை, ஈரநிலை ஆகியவற்றைக் கட்டுப் படுத்தும் காற்றுச் சீராக்கும் முறைகள் பற்றியும், ஈரநிலையிய லின் தன்மை, பயன் ஆகியவை பற்றியும் கூறப்பட்டது; தேவைக்கேற்றவாறு வரைபடங்களைக் கொண்டு இயக்க முறைகளை முடிவு செய்து, அதன்பின் உரிய சாதனங்களைத் தேர்ந்தெடுக்கவோ, அல்லது வடிவமைக்கவோ இயலும். இவ் வழியில் பலவகைப்பட்ட வரைபடங்களும், காற்றின் தன்மை களைக் குறிக்கும் அட்டவணைகளும் மிகவும் உதவியாக

உள்ளன. இவை பயன்படும் விதங்களைப் பின்வரும் பயிற்சி முறைகளில் (exercises) காணலாம்.

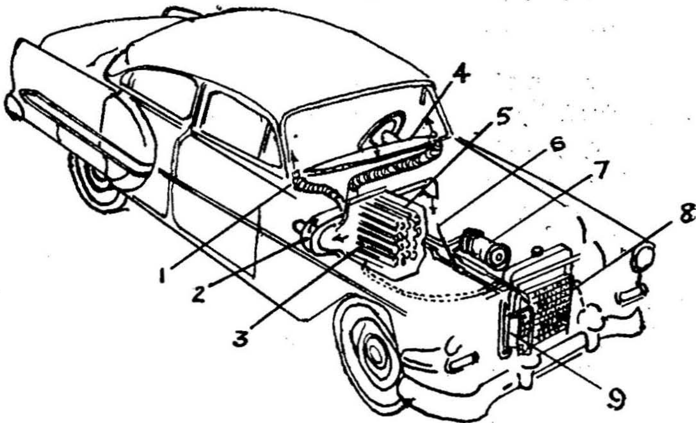
இதுவரை கூறப்பட்டவை வீடுகள், அரங்குகள், அலுவலகங்கள், தொழிற்சாலைகள் போன்ற நிலையான இடங்களில் பயன்படும் காற்றுச் சீராக்கும் சாதனங்களாகும். இவை தவிர, பயணம் செய்யும்போதும், சூழ்நிலை மாற்றங்களால் சுகவீனம் ஏற்படாமல் காக்கப் பல்வேறு ஊர்திகளிலும் இச் சாதனங்கள் பொருத்தப்படலாம். இவை பொறி ஊர்திச் சீராக்கும் சாதனங்கள் (Automobile air conditioning systems) எனப்படும். சாளரச் சாதனங்களைப் போலவே இயங்கும் இச் சாதனங்களிலும், முக்கிய பாகங்களான இறுக்கி, சுருக்கி, ஆவியாக்கி முதலியன அதே முறையில் பயன்படுகின்றன. ஆயினும் சில முக்கிய வேறுபாடுகள் உள்ளன. குறிப்பாகச் சாதனம் இயங்கத் தேவையான ஆற்றல், பல்வேறு கட்டுப்படுத்தும் கருவிகள், பாகங்களின் வடிவமைப்பு முதலியவற்றில் வேறுபாடுகள் காணலாம்.

சுகபோக ஊர்தி (Pleasure car) ஒன்றில் இச்சாதனம் இணைக்கப்பட்டுள்ளதையும், அதன் பாகங்களின் இடங்களையும் படம் 84-ல் காணலாம். சாதனத்தின் இறுக்கியை இயக்கத் தேவையான ஆற்றல் ஊர்தியின் பொறியினின்று நேராக உரிய V-பட்டையின் (V-belt) மூலம் தரப்படுகிறது. பொறியின் வேகம் மாறுபடினும், இறுக்கி சீரான வேகத்தில் இயங்கத் தேவையான வெறும் கப்பிகள் (Idler Pulleys) வழியாக இப் பட்டை செல்லும். இறுக்கியில் ஆவியாக்கி அல்லது குளிர்விக்கும் சுற்றுகளிலிருந்து (குளிரூட்டி) வாயு உள் இழுக்கப்பட்டு இறுக்கப்படும். அதிக அழுத்தத்தில் இவ்வாயு ஊர்தியின் முன் பாகத்திலுள்ள சுருக்கியை அடையும். அங்கு உள் இழுக்கப்படும் காற்றினால் குளிர்விக்கப்பட்டுத் திரவ வடிவில் சுருங்கும். அதிக அழுத்தத்திலுள்ள இத் திரவம் கொள்கலனைச் (receiver) சேர்ந்து, அதிலிருந்து வடிகட்டி (strainer), உலர்த்தி (driver) ஆகியவை வழியாக விரிவு வால்வை வந்து சேரும். இது வெப்பநிலைப்படுத்தும் விரிவு வால்வாகும். ஊர்தியின் வெப்பநிலைக்கேற்ப ஆவியாக்கியினுள் திரவத்தை அளவோடு செலுத்த இது உதவும். ஆவியாக்கியில் திரவம் ஆவியாகிக் குளிர்ச்சியை ஏற்படுத்தும். ஊர்தியின் காற்றை இழுத்து, ஆவியாக்கியின் குழாய்ச் சுற்றுகள் வழியாகச் செலுத்த ஒரு விசிறி (fan) அல்லது துருத்தி (blower) பொருத்தப்பட்டுள்ளது. காற்றின் வெப்பநிலை உரிய அளவு குறைக்

கப்பட்டு, காற்றிலுள்ள ஈரம் நீர்த்துளிகளாகக் குழாய்களில் படிவதால் அதன் ஈரநிலையும் குறைக்கப்பட்டு, இவ்வாறு உலர்ந்த குளிர்ந்த காற்று ஊர்தியினுள் செலுத்தப்படும். இவ்வாறு ஊர்தியின் காற்று, சீராக்கப்படும்.

மேலும், காற்றின் வெப்பநிலையை அதிகரிக்கவேண்டுமானுல் தேவையான சூடேற்றும் சுற்றுகளும் (Heating Coils) பொருத்தப்படும்.

பொறியினின்று ஆற்றல் தரப்படுவதால், முற்றிலும் பொறிப்பிட்ட (Hermetically Sealed) வகை இறுக்கிகள் பயன்படா. இறுக்கியின் கப்பி (Pulley) V. பட்டைகள் மூலம், பொறியிலிருந்து ஆற்றலைப் பெறுகிறது. கப்பி இறுக்கியோடு ஒரு காந்தக் க்ளட்சு(Magnetic clutch) மூலம் இணைக்கப்படும். அதற்குரிய மின்சுற்று மூடப்படும் போது மட்டுமே இறுக்கி இயங்கும். மற்ற நேரங்களில் கப்பி மட்டுமே சுழலும். இறுக்கி



படம் 84

1. காற்று வழி 2. விசிறி 3. சூடேட்டும் சுற்றுகள்
4. வெளிக் காற்று 5. குளிர்விக்கும் சுற்றுகள்
6. பார்வைக் கண்ணுடி 7, இறுக்கி 8. சுருக்கி
9. வடிகட்டி, உலர்த்தி, கொள் கலன்.

யோடு இணைக்கப்பட்ட மின்காந்தம் ஒன்று மின்சுற்று மூடப்படும்போது காந்தசக்தி பெற்று க்ளட்சு தகட்டைக் கப்பியோடு இணைத்து இறுக்கியை இயங்கச் செய்யும். இம் மின்சுற்றை ஊர்தியினுள் வைக்கப்பட்ட வெப்பநிலை காப்புக்கருவி (Thermostat) ஒன்றில் மூடவோ, திறக்கவோ இயலும்.

மேலும், இறுக்கியின் வேகம் மாறுபடினும் குளிரூட்டியின் அளவைக் கட்டுப்படுத்தும் கருவியொன்றும் சாதனத்தின் குறைவான அழுத்தப் பாகத்தில் (Low Pressure Side) பொருத் தப்படும். மேலும், இறுக்கியினின்று வெளிப் படும் சூடான வாயுவின் ஒரு பகுதியை மாற்றுவழி (By pass), அதில் அமைந்த வால்வு ஆகியவற்றின் வழியாகச் செலுத்துவதன் மூலமும் குளிர்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்த இயலும். ஆவியாக்கியில் ஏற்படும் குளிர்ச்சிக்கேற்றவாறு வால்வு இயங்கி மாற்றுவழியில் குளிரூட்டி வாயுவின் அளவைக் கட்டுப்படுத்தும்.

மேற்கூறப்பட்டவிவரங்களைத் தவிர மற்ற யாவிலும் பொறி ஊர்திச் சாதனங்கள், அறைச் சாதனங்களை (Room Conditioners) ஒத்தவையே.

இனி ஆகாய விமானங்களில் காற்றுச் சீராக்கப்படுவதைப் பார்ப்போம். விமானங்களில் பயன்படும் சாதனங்கள் காற்றுச்சுழல் குளிர்சாதனங்களாகும். ஆவியிறுக்கச் சாதனங் களோடு ஒப்பிடும்போது அவற்றின் குறைவான எடை, அவற்றை நிறுவத் தேவையான குறைந்த இடம் ஆகியவை காரணமாகக் காற்று. குளிர்சாதனங்கள் பயன்படுத்தப்படு கின்றன. ஆனால், ஆவி இறுக்கச் சாதனங்களைவிடக் குறைவான திறனுடையவை. இதுவே, காற்றுச் சாதனங்களின் முக்கிய மான குறையாகும். விமானங்களில் சூரியன் வெப்பத்தாலும், அதிக வேகத்தாலும், விமானத்தினுள் வெளிப்படும் வெப்பத் தாலும் அதிக உயரத்தில் பறக்கும் போது அழுத்த அதிகரிப் புச் செய்யப்படுவதாலும் காற்றுச் சீராக்கல் அவசியமாகும். அதிக உயரத்தில் காற்றின் வெப்பநிலை குறைவாக இருந் தாலும், விமானம் செல்லும் வேகம் காரணமாகக் காற்று இறுக்கப்பட்டு அதன் வெப்பநிலை அதிகரிக்கும். இது விமா னத்தின் வேகத்தில் செல்லும் காற்றோட்டம், ஒரு தடையால் தடுத்து நிறுத்தப்படும்போது ஏற்படும் வெப்பநிலை அதிகரிப் புக்குச் சமமாகும். விமானத்தின் மேற்பரப்பின் உராய்வு காரணமாக அதன் எல்லாப் பாகங்களிலும் வெப்ப நிலை அதிகமாகும்.

$$\Delta T = \frac{V^2}{2g_c \, J_{cp}}$$

ΔT = வெப்பநிலை வேறுபாடு °C

V = விமானத்தின் வேகம் மீட்டர்/வினாடி

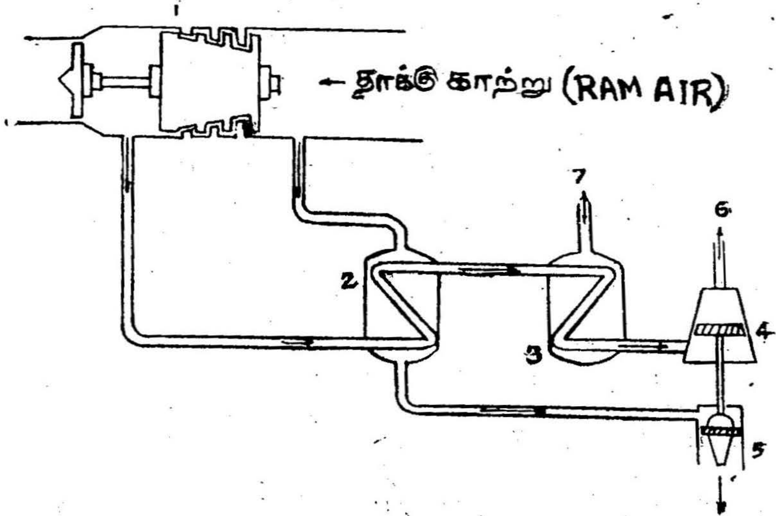
gc = புவி ஈர்ப்பு எண்

J = வெப்பத்தின் பொறிமுறைச் சமன்

C_p = சம அழுத்த வெப்ப எண்.

ஆயினும், சிறிது வெப்பம், குளிர்ந்த சுற்றுப் புறங்களுக்குக் கடத்தப்படுவதால் உண்மையான வெப்ப நிலை அதிகரிப்பு $\triangle T$-ல் 80-லிருந்து 90 சதவிகிதமாக இருக்கும். மேலும் உள்ளே இயங்கும் பொறிகளினின்றும் வெளிப்படும் வெப்பம் முதலியவை காரணமாக விமானத்தினுள் வெப்பநிலை அதிகரிக்கும். ஆகவே, விமானங்களில் சீராக்கும் சாதனங்கள் பொருத்தப்படுகின்றன.

இச் சாதனங்கள் சுழற்பொறிகள் கொண்டு இயங்குவன. விமானத்தின் அறைக்காற்று அல்லது வெளிக்காற்று ஒரு

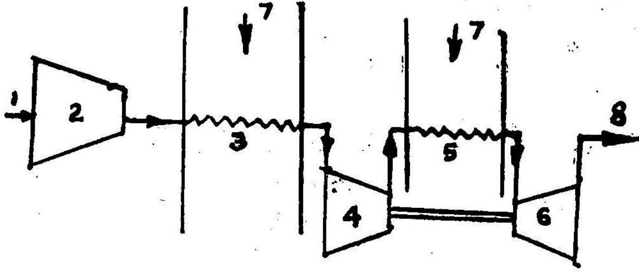


படம் 85

1, இறுக்கி 3. ஆவியாக்கி 5. காற்று விசிறி
2. வெப்பமாற்றி 4, விரிவுப்பொறி 6. குளிர் காற்று
7, நீர் ஆவி வெளிச் செல்லும் வழி.

சுழல் இறுக்கியால் இறுக்கப்பட்டு வெப்பமாற்றியினும் செலுத்தப்படும். இதில் வெளிக்காற்றினுல் குளிர்விக்கப்பட்டுப் பின் சுழற்பொறியில் விரிவாக்கப்படும். இவ்வாறு விவரிக்கப்பட்ட குளிர்ந்த காற்று விமான அறையினுள் செலுத்தப்படும்.

படத்தில் சீராக்கும் சாதனத்தின் பாகங்களைக் காணலாம். இது ஓர் இலகுச் (Simple) சுழலாகும். இறுக்கியினுள் நுழையும் தாக்கு காற்று (Ram air) இறுக்கப்பட்டுப்பின் வெப்பமாற்



படம் 86

பூட்ஸ்ராப் சாதனம் (BOOTSTRAP SYSTEM)

1. வெளிக்காற்று 2. இறுக்கி 3. முதல் வெப்பமாற்றி
4. இரண்டாம் இறுக்கி 5. இரண்டாம் வெப்பமாற்றி
6. விரிவுப் பொறி 7. தாக்கு காற்று
8. குளிர்காற்று (விமான அறைக்கு).

றியில் தாக்கு காற்றின் ஒரு பகுதியினல். குளிர்விக்கப்படுகிறது இது ஆவியாக்கியில் நீர் ஆவியாதல் மூலம் மேலும் குளிர் விக்கப்பட்டு விரிவுப் பொறியில் விரிவடைகிறது. அவ்வாறு விரிவடைந்தபின் குறைந்த வெப்பநிலையில் உள்ள இக் காற்று விமானத்தின் அறைக்குள் (Cabin) செலுத்தப்படுகிறது. விரிவுப் பொறியினின்று கிடைக்கும் வேலை தாக்கு காற்றை வெப்பமாற்றியினுள் இழுக்கும் விசிறியை இயக்கப் பயன்படும்.

படம் 86-ல் இன்னெரு சாதனத்தைக் காணலாம். இது பூட்ஸ்ராப் முறை (Bootstrap System) எனப்படும். இறுக்கியினின்று வரும் அதிக அழுத்தக் காற்று தலைமை வெப்பமாற்றியில் குளிர்விக்கப்பட்டுப் பின் இன்னெரு (இரண்டாம்) இறுக்கியில் (Secondary Compressor) மேலும் இறுக்கப்பட்டு இரண்டாம் வெப்ப மாற்றியில் குளிர்விக்கப்படுகிறது. வெப்பமாற்றியில், விமானம் நகரும்போது உள்வரும் தாக்கு காற்று மூலம் குளிர்விக்கும் ஊடகமாகப் பயன்படும். இவ்வாறு குளிர்ந்த காற்று விரிவுப் பொறியில் விரிவடைந்து குறைந்த வெப்பநிலையில் அறைக்குச் செலுத்தப்படும். இச் சாதனத்தில் இரண்டாம் இறுக்கி விரிவுப் பொறியினல் இயக்கப்படும். இதில் உள்ள குறைபாடு யாதெனில், விமானம் பறக்கும்போது மட்டுமே சாதனம் இயங்க முடியும். இலகுச் சுழல் சாதனம்

விமானம் பூமியிலிருக்கும் போதே இயங்க இயலும். ஆயினும் அதிக வேகத்தில் விமானம் பறக்கும் போது தாக்கு காற்றின் வெப்ப நிலேயும் அதிகமாவதால் குளிர் விளைவு குறைய நேரிடும். இந் நிலையில் பூட்ஸ்ட்ராப் சாதனங்கள் நன்கு செயல் படுவதால் வேகம் அதிகமுடைய விமானங்களில் இச் சாதனங்களே பொருத்தப்படும்.

குறைவான எடையும், சிறிய அளவும் உடைய காரணத் தால் காற்றுச் சுழல் சாதனங்கள் விமானங்களில் அநேகமாகப் பயன்படுகின்றன. மிக அதிக வேகத்தில் சுழலும் பொறிக ளுடைய இச் சாதனங்கள் கைக்கு அடக்கமானவையாக இருக்கும்.

உதாரணம் 7·1 :

காற்று நீராவிக் கலவையொன்றின் சார்ந்த ஈரநிலை 80%, வளியழுத்தம் 1·033 கிலோ/செ. மீ.² வெப்பநிலை: 30°C. 1. பனிநிலை 2. ஈரவிகிதம் 3. 100மீ³ கலவையில் ஆவி, உலர் காற்று ஆகியவற்றின் எடை இவற்றைக் காண்க.

சார்ந்த ஈரநிலை $= RH = \phi = \dfrac{pv}{p_s}$

($pv =$ ஆவியழுத்தம் P_s தெவிட்டிய நிலையழுத்தம்)

உரிய அட்டவணையிலிருந்து p_s 30°C-க்குரிய $p_s = 43{\cdot}25 \times 10^{-}$ கிலோ/செ.மீ.²

$pv = 0{\cdot}8 \times 43{\cdot}25 \times 10^{-3} = 34{\cdot}6 \times 10^{-3}$ கிலோ/செ.மீ.²

1. பனிநிலை : pv-க்குத் தகுந்த தெவிட்டிய வெப்பநிலை $= 26{\cdot}1$°C (அட்டவணையிலிருந்து)

2. ஈரவிகிதம் = ஆவியின் அளவு/கிலோ, உலர்காற்று.

$$W_1 = 0{\cdot}622 \; \frac{pv}{P_b - Pv} \quad p_b = \text{வளியழுத்தம்}$$

$$= 0{\cdot}622 \times \frac{0{\cdot}0346}{1{\cdot}033 - 0{\cdot}0346}$$

$$= 0{\cdot}0216 \text{ கிலோ/கிலோ உலர்காற்று.}$$

3. இலட்சிய வாயுவின் நிலைச் சமன்பாடு (Equation of state) $Pv = mRT$ ஆகும்.

$$\therefore m_a = \frac{p_a v}{R_a T}$$

m_a : காற்றின் எடை $V=100$மீ^{3}, $R_a=29·3$

$$m_a = \frac{0·9984\times100}{29·3\times303} = 0·01125 \text{ கிலோ}$$

இதுபோல ஆவியின் எடை$=mv=\dfrac{Pv\ V}{Rv\ T}$

$Pv=34·6\times10^{-3}$ கிலோ/செ.மீ.^{2}

$Rv=46·8$

$$mv=\frac{34·6\times10^{-3}\times100}{46·8\times303}$$

$=0·244\times10^{-3}$ கிலோ.

உதாரணம் 7·2 :

1·033 கிலோ/செ.மீ^{2} அழுத்தத்திலுள்ள காற்றின் உலர் குமிழ் வெப்பநிலை 30°C. ஈரக்குமிழ் வெப்பநிலை—25°C. 1. ஆவியழுத்தம், 2. சார்ந்த ஈரநிலை, 3. நிறையலகு ஈரம், 4. கலவையின் வெப்பம்/கிலோ, உலர்காற்று ஆகியவற்றைக் காண்.

1. $Pv=P_{wb}-\dfrac{(P_b-P_{wb})\ (t_{d·b}-t_{w·b})}{1550-1·3\ t_{w·b}}$ காரியர் சமன்பாடு (Carrier Equation)

P_{wb}= ஈரக்குமிழ் வெப்பநிலையில் ஆவியழுத்தம்

P_b= வளியழுத்தம்

t_{db}= உலர்குமிழ் வெப்பநிலை.

$t_{w·b}$= ஈரக்குமிழ் வெப்பநிலை.

அட்டவணையிலிருந்து $p_{w·b}=32·29\times10^{-3}$ கிலோ/செ.மீ^{2}

$$\therefore pv=32·29\times10^{-3}-\frac{(1·033-32·29\times10^{-3})\ (30-25)}{1550-1·3\times25}$$

$$=32·29\times10^{-3}-\frac{5}{1517·5}$$

$=0·02899$ கிலோ/செ.மீ.^{2}

2. சார்ந்த ஈரநிலை—(Relative humidity—*RH*)—ϕ

$$\phi=\frac{pV}{P_s}$$

$$=\frac{0·02899}{0·04325}$$

$=67\%$

3. நிறையலகு ஈரம் —(Specific humidity)

$$W = 0{\cdot}622 \times \frac{0{\cdot}02899}{1{\cdot}033 - 0{\cdot}02899}$$

$= 0{\cdot}01795$ கிலோ/கிலோ, உலர்காற்று

4. வெப்பம் : $H = Ha + (Hv \times w)$

$= 0{\cdot}24t + w(597{\cdot}2 + 0{\cdot}45t)$

$= 0{\cdot}24 \times 30 + 0{\cdot}01795(597{\cdot}2 + 0{\cdot}45 \times 30)$

$= 7{\cdot}2 + 10{\cdot}95$

$= 18{\cdot}15$ கிலோ காலரி.

உதாரணம் 7·3 :

26°C-யிலும், 50% RH-லும் உள்ள 150 கிலோ காற்று 1·033 அழுத்தத்தில் சூடேற்றப்பட்டு 42°C, 40% RH நிலையை அடைகிறது. சேர்க்கப்பட்ட வெப்பம், ஈரம் ஆகியவற்றைக் காண்க.

26°Cல் தெவிட்டிய அழுத்தம்—$P_{g1} = 0{\cdot}03426$ கிலோ/செ. மீ.
(உரிய அட்டவணையிலிருந்து)

∴ 26°C, 50% RH-ல் பகுதியழுத்தம்

$= Pv_1 = 0{\cdot}50 \times 0{\cdot}03426 = 0{\cdot}01713$ கிலோ/செ.மீ²

$$\text{ஈரவிகிதம்} = 0{\cdot}622 \times \frac{0{\cdot}01713}{(1{\cdot}033 - 0{\cdot}01713)} = \frac{0{\cdot}622 \times 0{\cdot}01713}{1{\cdot}01587}$$

$= 0{\cdot}0105$ கிலோ/கிலோ. உலர்காற்று

$= 10{\cdot}5$ கிராம்/கிலோ உலர்காற்று

42°C-ல் தெவிட்டிய அழுத்தம் (அட்டவணையிலிருந்து)

$P_{g2} = 0{\cdot}0836$ கிலோ/செ மீ²

இறுதி நிலையில் (42°C, 40% RH) பகுதியழுத்தம்.

$Pv_2 = 0{\cdot}4 \times 0{\cdot}0836 = 0{\cdot}03344$ கிலோ/செ.மீ².

$$\text{ஈரவிகிதம்} = 0{\cdot}622 \times \frac{0{\cdot}03344}{(1{\cdot}033 - 0{\cdot}344)} = 0{\cdot}0208 \text{ கிலோ/}$$

கிலோ-உலர்காற்று.

$= 20{\cdot}8$ கிராம்/கிலோ. உலர்காற்று,

சேர்க்கப்பட்ட ஈரம் $= 150 \left[20{\cdot}8 - 10{\cdot}5\right] = 1545$ கிராம்.

தொடக்க நிலையில் கலவையின் மொத்த வெப்பம்=

$0{\cdot}24t_1 + w_1\ [597{\cdot}2 + 0{\cdot}445 \times t_1]$

$=0{\cdot}24\times26+0{\cdot}0105[597{\cdot}2+0{\cdot}445\times26]$
$=12{\cdot}632$ கிலோ காலரி/கிலோ.

இறுதி நிலையில், கலவையின் மொத்த வெப்பம்=
$=0{\cdot}24\times42+0{\cdot}0208\ [597{\cdot}2+0{\cdot}445\times42]$
$=10{\cdot}08+0{\cdot}0208\times616{\cdot}89$
$=22{\cdot}91$ கிலோகாலரி/கிலோ.

சேர்க்கப்பட்ட மொத்த வெப்பம்$=(22{\cdot}91-2{\cdot}632)\ 150$
$=$ **1541·25** கிலோ காலரி.

உதாரணம் 7·4 :

150 ஆட்கள் அமரக்கூடிய அரங்கு ஒன்றில் காற்றின் உலர் குமிழ் வெப்பநிலை 24°C ஆகவும், ஈரக்குமிழ் வெப்பநிலை 15°C ஆகவும். இருக்கவேண்டும். உள் இருப்போரிடமிருந்து வரும் உணர் வெப்பமும், ஈரமும் முறையே மணிக்கு 7200 கி. காலரி 6 கிலோ என்ற அளவிலுள்ளன. தரவுக் காற்றின் உலர் குமிழ் வெப்பநிலை 17°C ஆக இருப்பதாகக் கொண்டு,

1. தேவைப்படும் காற்று கிலோ/மணி அளவிலும்
2. அக்காற்றின் ஈரக்குமிழ் வெப்பநிலையையும் காண்க.

1. காற்றின் அளவு $Q=m.Cp.\triangle T$
$Q=$உணர்வெப்பம்$=7200$ கிலோ காலரி/மணி.
$Cp=$சம அழுத்த வெப்ப எண்$=0{\cdot}24$.
$\triangle T=$வெப்பநிலை (உலர்குமிழ் வேறுபாடு)$=24-17=7°C$ $m=$காற்றின் அளவு
$$=\frac{7200}{0{\cdot}24\times7}=4280 \text{ கிலோ/மணி.}$$

2. 6 கிலோ ஈரத்தைக் 4280 கிலோ, காற்றின் மூலம் கவர,
கவரப்படும் ஈர அளவு $=\dfrac{6}{4280}$
$=0{\cdot}0014$ கிலோ/கிலோ காற்று.

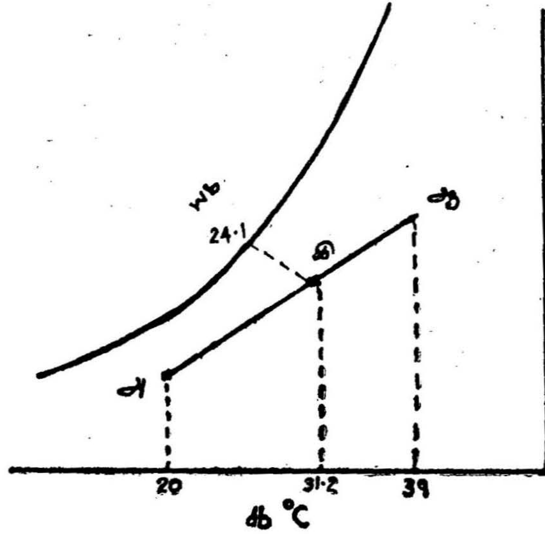
ஈர நிலையியல் வரைபடத்திலிருந்து
அரங்கிலுள்ள காற்றின் ஈரவிகிதம்,
$(24°Cdb;\ 15°Ccwb)=$
$0{\cdot}007$ கிலோ/கிலோ காற்று.

தரவுக்காற்றில் $(17°Cdb)$ இருக்க வேண்டிய ஈரவிகிதம்
$=0{\cdot}007-0{\cdot}0014$
$=0{\cdot}0056$ கிலோ/கிலோ காற்று

வரைபடத்திலிருந்து மேற்காணும் ஈரவிகிதத்திற்கான ஈரக்குமிழ் வெப்பநிலை$=10{\cdot}7°C$.

உதாரணம் 7.5 :

ஒரு காற்றுச் சீராக்கும் சாதனத்தில் 39°cdb, 55% RH-ல் உள்ள வெளிக்காற்று 150மீ³/ நிமிடம் என்ற அளவில் 20°db 10° wb-ல் உள்ள 100மீ/நிமிடம் திரும்பு காற்ருேடு குளிர்விக்கும்



படம் 87

சுற்றுகளுக்குச் செல்லுமுன் கலக்கப்படுகிறது. இக் கலவையின் நிலையைக் (குளிர் சுற்றுகள் வழியாகச் சென்று முன்) காண்க, வரை படத்தில் (படம் 87 அ)—திரும்பு காற்றின் நிலையையும் ஆ—வெளிக் காற்றின் நிலையையும் குறிக்கும், புள்ளிகளாகும்.

கலவையின் நிலை அ ஆ என்ற நேர் கோட்டில் இ என்ற புள்ளி. குறிக்கும் நிலையில் இருப்பதாகக் கொண்டால் $\frac{m_o}{m_r} =$ $\frac{\text{அ இ}}{\text{இ ஆ}}$ ஆகும்.

காற்றின் எடையை, அதன் கன அளவுக்கு நேர் விகிதத்தில் இருப்பதாகக் கொண்டால் $\frac{m_o}{m_s} = \frac{150}{100} = \frac{\text{அ இ}}{\text{இ ஆ}}$

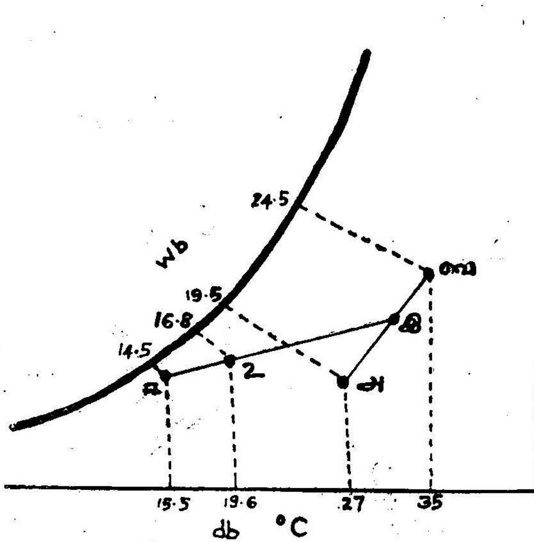
$\therefore = \frac{\text{அ இ}}{\text{இ ஆ}} = \frac{3}{2}$

அ, ஆவை மேற்காணும் விகிதத்தில் பிரித்து 'இ' குறிக்கப்படும். பின் அதற்கான உலர்குமிழ் ஈரக்குமிழ் வெப்ப நிலைகள் காண இயலும்.

உலர் குமிழ் வெப்ப நிலை = 31.2°C
ஈரக் குமிழ் வெப்ப நிலை = 24.1°C.

உதாரணம் 7·6:

35°C db; 24. 5°C. wb. என்ற நிலையிலுள்ள வெளிக்காற்று 100மீ³/நிமிடம் என்ற அளவில், 27° Cbd; 19·5 C w b என்ற நிலையிலுள்ள அறையினின்று வரும் 200 மீ³/நிமிடம் திரும்பு காற்றோடு கலக்கப்படுகிறது. இக் கலவையின் 75 சதவிகிதம்



படம் 88

குளிர்சுற்று வழியாகப் பாயும்; மீதி மாற்று வழியொன்றின் வழியாகச் செல்லும். குளிர்விக்கப்பட்ட காற்று சுற்றிலிருந்து வெளிவரும் போது 15,5°Cdb; 14. 5°C W.b. என்ற நிலையிலுள்ளது. குளிர்விக்கப்பட்ட கலவை, மாற்றுவழிச் செலுத்தப்பட்ட காற்று ஆகியவற்றின் கலவையின் இறுதி நிலையைக் காண்க.

அ : அறைக் காற்றின் நிலை
வெ : வெளிக் காற்றின் நிலை
இ : கலவையின் ஆரம்பநிலை
ஈ . குளிர்விக்கப்பட்ட கலவையின் நிலை.
உ : காற்றின் இறுதிநிலை.

முதலில், வெ, அ, ஈ, புள்ளிகள் படத்தில் கண்டவாறு ஈர நிலையில் வரைபடத்தில் குறிக்கப்படும்.

$$\frac{\text{வெ இ}}{\text{இ அ}} = \frac{200}{100} = \text{வெ இ} = 2\ \text{இ அ}$$

ஆகவே, 'இ' 'வெஅ' என்ற கோட்டில் மேற்கண்ட விகிதத்தில் குறிக்கப்படும். பின் 'இ ஈ' சேர்க்கப்பட்டு $\frac{\text{ஈ உ}}{\text{உ இ}}$

$= \frac{75}{24} = 3$ என்று இருக்குமாறு 'உ' குறிக்கப்படும். 'உ' என்ற புள்ளி கலவையின் நிலையைக் குறிக்கும்.

இந்நிலை, 19. 6°Cdb; 16.8°C W.b ஆகும்.

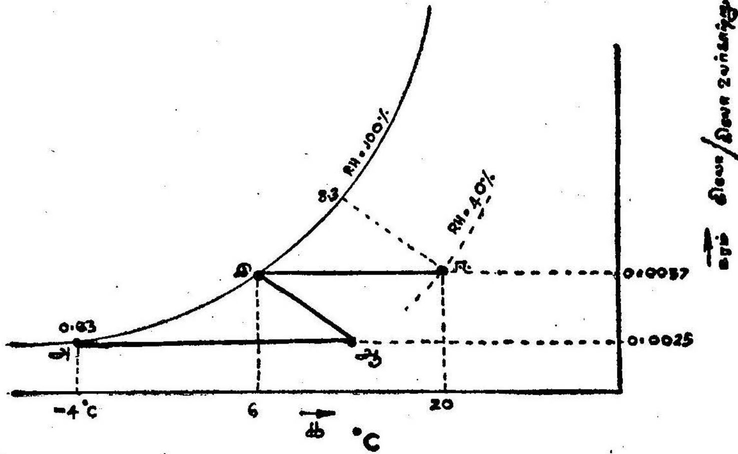
உதாரணம் 7·7 :

ஒரு சாதனத்தில், – 4°C; 100% RH நிலையிலுள்ள காற்று 20°C. db: 40% RH நிலைக்குக் கொண்டு வரப்பட சரியான அளவிற்கு முன் சூடுட்டல் (Preheating), வெப்ப மாற்றீடற்ற தெவிட்டல், பின்னும் சூடூட்டல் (Reheating) ஆகிய முறைகள் கையாளப் படுகின்றன. சாதனத்தின் ஈரமாக்கும் திறன் (humidifying efficiency) 100% ஆகக் கொண்டு காற்றோடு சேர்க்கப்படும் வெப்பம். ஈரம் ஆகிய வற்றின் அளவுகளைக் கணக்கிடுக. இறுதிப் பனி நிலையையும் காண்க. படம் : 89-ல் உள்ளபடி

அ ஆ: முன் சூடூட்டல் — ஆரம்ப நிலை : அ
ஆ இ : ஈரமாக்குதல் — இறுதி நிலை : ஈ
இ ஈ : பின் சூடூட்டல்

ஆரம்ப; இறுதி நிலைகளைப் படத்தில் குறித்தபின் இறுதி நிலை 'ஈ'யிலிருந்து இடது பக்கமாகக் கிடையாகச் சென்று தெவிட்டிய கோட்டினை அடைந்து 'இ' குறிக்கப்படும். பின்

'இ' யிலிருந்து, ஈரக்குமிழ் வெப்பநிலைக் கோட்டின் வழியாக 'அ' விலிருந்து வரையப்பட்ட இடைக் கோட்டினை 'ஆ'



படம் 89

என்ற புள்ளியில் சந்திக்கும் வரை செல்ல வேண்டும். இவ்வாறு புள்ளிகள் யாவும் குறிக்கப்படும்.

சேர்க்கப்பட்ட ஈரம்,

= 'ஈ'யில் ஈரம்: — 'அ'வில் ஈரம்

= 0· 0057 — 0·0025

= 0·0032 கிலோ/கிலோ. உலர் காற்று சேர்க்கப்பட்ட வெப்பம்:

= 'ஈ' யில் வெப்பம்—'அ'வில் வெப்பம்.

= (8·3—0.63)

= 7·67 கிலோகாலரி/கிலோ. உலர் காற்று இறுதிப் பனிநிலை (புள்ளி 'இ'யிலிருந்து)=6°C.

8. உறுப்புகள்
(Components)

குளிர் சாதனங்களின் மிக முக்கிய பாகங்களில் ஒன்று இறுக்கியாகும். குளிரூட்டியைக் குறைந்த அழுத்தத்திலிருந்து அதிக அழுத்தத்திற்கு மாற்றி வெப்பம் கடத்தத் தகுந்த நிலையில் வைப்பது இதன் வேலையாகும். குளிரூட்டி வாயுவை இறுக்கப் பலவிதமான வழிகள் உள்ளன. நேர்முகப் பெயர்ச்சி (Positive Displacement) யை அளிக்கும் முன்பின் இயங்கும் அல்லது சுழலும் அல்லது பல்சக்கர வகையான இறுக்கிகள்; நீராவி, ஜெட் குளிர் சாதனத்தில் இயங்குவது போன்ற வெளித்தள்ளும் சாதனம் (Ejector); அல்லது ஆவி உறிஞ்சு சாதனங்களில் பயன்படும் உறிஞ்சி ஆகிய ஏதேனும் ஒன்றின் மூலம் குளிரூட்டி வாயு இறுக்கப் படுகிறது. பலவகைப் பட்ட இறுக்கிகள், அவற்றை இயக்கத் தேவையான மின் பொறிகள் ஆகியவை பற்றி இனிக் கூறப்படும்.

மின் பொறிகள் (Electric Motors) இறுக்கிகள் மட்டுமன்றி குளிரியற்றுறையில் உந்திகள் (Pumps) விசிறிகள் (Fans) ஆகியவற்றை இயக்கவும், மின் பொறிகள் தேவைப்படும். இவை ஒருகட்ட (Single phase) அல்லது முக்கட்ட (Three—phase) வகையைச் சார்ந்தவை. ஒருகட்ட வகைப் பொறிகள் 1/20-லிருந்து 10 குதிரைச் சக்தி வரை இயங்குவன. முக்கட்ட வகைப் பொறிகள் 1/3-லிருந்து மேலானகுதிரை சக்தி உடையனவாய் இருக்கும். முக்கட்ட மின்சக்தி கிடைக்குமானால் முக்கட்ட வகைப் பொறிகளே அநேகமாகப் பயன் படுத்தப்படும். ஏனெனில், அவை குறைந்த விலை உடையன. அமைக்க எளிதாக உள்ளன. நமது நாட்டில் மின்சக்தி விநாடிக்கு 50 சுழல்கள் (50 Cycles/Sec) மாறுதிசை மின்னோட்டம் (Alternating Current) முக்கட்ட, ஒருகட்ட வகைகளில் கிடைக்கிறது. வீடுகளில் ஒருகட்ட வகைகளில் 230 வோல்ட் அழுத்தத்திலும், முக்கட்ட வகையில் 440 வோல்ட் அழுத்தத்திலும் கிடைக்கிறது.

ஆகவே, மின் பொறிகள் இத்தகைய மின்சக்தியில் இயங்குவன வாக இருத்தல் வேண்டும். மின் சக்தியைத் தவிர, மின்பொறி இயங்கும் இடத்தின் தன்மை-அவ்விடத்திலுள்ள வெப்பநிலை, காற்றில் தூசு, ஈரம் முதலியவற்றின் அளவு ஆகியவையும், பொறி இயங்க ஆரம்பிக்கும்போது தேவைப்படும் திருப்பு திறன் (Torque), மின் ஓட்டம் (Current) ஆகியவற்றையும் தீர் மானித்து ஏற்ற வகையில் உரிய மின்பொறியைத் தேர்ந் தெடுக்க வேண்டும்.

மின் பொறிகள் இயங்கும்போது ஓரளவு வெப்பம் உற்பத் தியாகும். இது பொறியில் ஏற்படும் ஆற்றல் இழப்பினால் ஏற் படுவதாகும். இவ் வெப்பம் சுற்றுப்புறங்களுக்குக் கடத்தப் படும் வகையில் பொறிகள் அமைக்கப்படும். பொறியின் வெப்ப நிலை ஓரளவிற்கு மேல் அதிகமாகாமல் பார்க்க வேண்டியது மிக அவசியம். அதன்மூலம் பொறியிலுள்ள சுற்றுகள் (Windings) கெடாமலும் காப்பு (Insulation) சீரான நிலையிலிருக்கு மாறும் செய்ய இயலும். ஒவ்வொரு பொறியும் குறிப்பிட்ட பளுவுடன் தொடர்ந்து இயங்க இயலும். அவை கூடிய பளு வில் சிறிது நேரம் இயங்கவும் முடியும். ஆனாலும், இக் கூடிய பளுவுடன் அதிக நேரம் இயங்குமானால் சுற்றுகளின் வெப்ப நிலை அதிகரித்து காப்பு பழுதாக நேரிடும்.

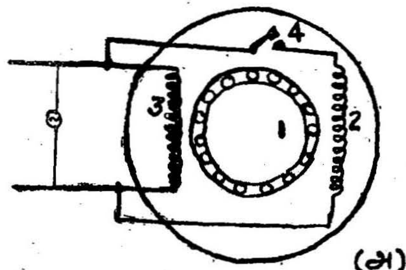
மாறுதிசை மின்னோட்டத்தில் இயங்கும் பொறிகளில் குளிர்சாதனத்துறையில் மிகவும் பயன் படுபவை தூண்டுமின் பொறிகளே (Induction motors). அதிலும் அணிற்கூடு போன்ற அமைப்பை உடைய அணிற்கூட்டுச் சுழலிகள் (Squirrel cage Rotors) கொண்ட பொறிகளே பொதுவாகப் பயன்படு கின்றன. இச் சுழலிகள் இரும்புத் தகடுகளாலான உள்ளகத் தில் (Core) பதிக்கப்பட்ட, சட்ட (Bar) வடிவான தாமிர மின் கடத்திகள், இரு புறங்களிலும் உள்ள கனமான வளையங்களை இணைக்குமாறு உள்ள அமைப்பினைக் கொண்டவை. பொறி யின் நிலைப்பகுதி (Stator)யில் உள்ள சுற்றுகளில் மின்சக்தி பாயும் போது ஒரு சுழலும் காந்தப்புலனை ஏற்படுத்தும். இதன் மூலம் சுழலியில் தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டத்தினால் அதிலும் ஒரு காந்தப்புலன் ஏற்படும். இவ்விரு காந்தப்புலன்களி டையே ஏற்படும் தொடர்பு மூலம் சுழலி சுழற்றப்படும். இவ் விரு புலன்கள் சுழலும்வேகங்களின்வேறுபாட்டைப் பொறுத்து பொறியில் ஏற்படும் ஆற்றல் இழப்பு, பொறியின் திறன் ஆகி யவை மாறுபடும். பொறியின் தேவைக்கேற்ப அதன் தொடக் கத் திருப்புதிறன் (Starting Torque) இருக்குமாறு சுழலி அமைக் கப்படும்.

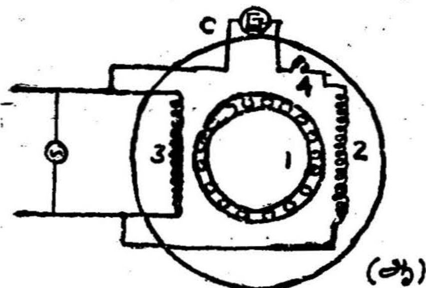
இத் துறையில் பயன்படும், ஒருகட்ட மின்பொறிகள் அநேகமாக (1) பிளவு கட்டம் (Split phase), (2) மின் தேக்கி ஆரம்பம் (Capacitor Start) (3) மின் தேக்கி ஆரம்பம், ஓட்டம் (Capacitor Start and run) (4) நிலை மின்தேக்கி (Permanant capacitor) எனப் பலவகைப்படும். இவை யாவும் அணிற்கூட்டுச் சுழலியையுடைய தூண்டுமின் பொறிகளே. இவற்றை இயக்க முதலில் தேவைப்படும் ஆரம்ப திருப்பு திறன் ஏற்படுத்தும் வகையில் வேறுபட்டன.

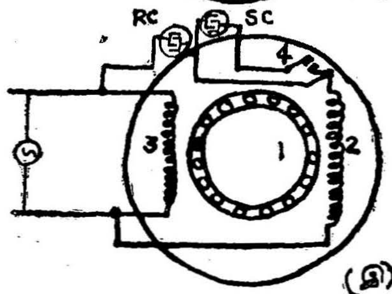
இப் பொறிகளின் நிலைப்பகுதி சுற்றுகளில் (Stator Windings) எல்லாத் துருவங்களிலும் மின்னோட்டம் ஒரே நேரத்தில் இருப்பதால், சுழலும் காந்தப்புலன் ஏற்படுவதில்லை: மேலும், சுழலில் தூண்டப்படும் மின்னோட்டமும், சுழலியிலும், நிலப் பகுதியிலும் உண்டாகும் காந்தப் புலன்கள் நேராக இருக்கும் வகையிலேயே ஏற்படும். இரண்டிற்கு மிடையே கலைக்குறை பாடு (Phase Lag) இல்லாததன் காரணமாக சுழலி தானுக சுழல இயலாது. ஆயினும், சுழலி முதலில் ஏதேனும் ஒரு முறையில் சுழற்றப்பட்டால், சுழலில் தூண்டப்படும் மின் னோட்டம் நிலைப்பகுதியில் உள்ளதை விடச் சிறிது பின்தங்கும். இதன் மூலம் சுழலியின் மின்காந்த முப்புலனும் நிலைப்பகுதி யின் புலனைச் சிறிது பின்பற்றியே இருக்கும். இவ்வேறுபாடு காரணமாகச் சுழலியில் வேண்டிய அளவு திருப்புதிறன் ஏற் பட்டு அது சுழலத் தொடங்கும. அதற்குப்பின், இது முக்கட் டப் பொறியைப் போலவே இயங்கும்.

பிளவு கட்டப் பொறிகள் (Split phase motors)- இப் பொறிகளைத் தானுக இயங்கவைக்கக் கூடுதலான தொடக்க (Starting) அல்லது துணை (Auxilary)ச்சுற்று ஒன்றும் அமைக்கப் படும். ஆகவே, தலைமைச் (Main) சுற்று, துணைச்சுற்று என இருவேறு சுற்றுகள் நிலைப்பகுதியில் இருக்கும். இவ்விரு சுற்று களும் படத்தில் (படம் 90 அ) கண்டபடி மின்சக்தியோடு இணை யாக(In Parallel) இணைக்கப்படும். தொடக்கச்சுற்றில் மின்தடை (Resistance) அதிகமாகவும், மின் நிலைமம் (Inductance) குறை வாகவும் இருக்கும். தலைமைச் சுற்றில் தடை குறைவாகவும் நிலைமம் அதிகமாகவும் இருக்கும். முதலில் இரு சுற்றுகளும ஆற்றலைப் பெறும். ஆயினும் தலைமைச் சுற்றின் அதிக நிலைமம் காரணமாக, அதில் மின்னோட்டம் ஏறக்குறைய 30 மின் பாகை (Electrical Degrees) வரை பின்தங்கும். இரு மின் னோட்டங்களுக்குமிடையே ஏற்பட்ட இப் பிளவால் ஒரு சுழலும் காந்தப்புலன் ஏற்பட்டு பொறி இயங்க உதவும். ஒரு விநாடிக்

குள் சுழலி, பொறியின் முழு வேகத்தில் 70% சுழலும். அப்போது பொறியின் தண்டில் (Shaft) பொருத்தப்பட்ட மைய விலக்குக் கருவி (Centrifugal device) ஒன்றினால் தொடக்கச்







படம் 90

சுற்றுக்கு வரும் ஆற்றல் (Power Supply) துண்டிக்கப்பட்டு விடும். பின் தலைமைச் சுற்றில் மட்டுமே பொறி தொடர்ந்து இயங்கும். இவ்வகைப் பொறிகளில் தொடக்கத் திருப்புதிறன் குறைவாக இருப்பதால், அவை குறைந்த குதிரைசக்தி (1/20 to 1/3) அளவுகளிலேயே செய்யப்படுகின்றன. அநேக

மாக, சிறு சாதனங்களில் விசிறிகள் போன்றவற்றை இயக்கப் பயன்படுகின்றன.

மின்தேக்கித் தொடக்கம் (Capacitor start) : இது அமைப்பில் மேற்கூறப்பட்ட பிளவுகட்டப் பொறிகளை ஒத்தே இருக்கும். (படம் 90-ஆ). எனினும், மின்தேக்கி ஒன்று தொடக்கச் சுற்றோடு தொடர் நிலையில் (in series) கூடுதலாக இணைக்கப்படும்; மேலும் தொடக்கச் சுற்றில் பெரிய கம்பிகளை உபயோகித்து சுற்றின் தடை குறைக்கப்படும். இச் சுற்று அதிக அளவில் சூடேறா வண்ணம் காக்க இது உதவும். மின்தேக்கி தொடக்கச் சுற்றில் மின்னோட்டத்தைச் சிறிது முன் செலுத்த உதவும். அதிக நிலைமம் காரணமாகத் தலைமைச் சுற்றில் மின்னோட்டம் பின் தங்கும். இதன்மூலம் இவ்விரு சுற்றுகளிலுள்ள மின்னோட்டங்களிடையே 90 மின்பாகைக் கலைக் குறைபாடு ஏற்படுத்த இயலும். ஆகவே, பொறியின் தொடக்கத் திருப்பு திறனும் அதிகமாக இருக்கும். பிளவுகட்டப் பொறிகளைப் போலவே மின்தேக்கி தொடக்கப் பொறிகளிலும் பொறி, உரிய வேகம் அடைந்த பின், தொடக்கச் சுற்றின் இணைப்பு நீக்கப்பட்டு விடும். இப் பொறிகளின் குதிரை சக்தி $\frac{1}{6}$ லிருந்து $\frac{3}{4}$ வரை வேறுபடும்.

மின்தேக்கி தொடக்க ஓட்டப் பொறிகள் (capacitor start and run motors):(படம்90இ) இப்பொறிகளும்தலைமைச்சுற்று,தொடக் சுற்று, மைய விலக்குக் கருவி, அணிற்கூட்டுச் சுழலி தொடக்க மின்தேக்கி ஆகியவை கொண்டவையே. இவை தவிர, ஓர் ஓடுமின்தேக்கி (running capacitor)தொடக்கச்சுற்றிற்குத்தொடர் நிலையிலும், தொடக்க மின்தேக்கி மைய விலக்கு கருவி ஆகியவற்றிற்கு இணையாகவும் பொருத்தப்படும் (படம் 90இ). மேலும், மற்றப் பொறிகளைப் போலல்லாமல் தொடக்கச் சுற்று இயங்கும். சமயம் முழுவதும் சுற்றிலேயே (circuit) இருக்கும். இணைப்பு துண்டிக்கப்படுவதில்லை. முதலில் இரு மின்தேக்கிகளும் துணைச் சுற்றோடு தொடர் நிலையில் இருக்கும். பின் பொறியின் வேகம் ஓரளவு அதிகரித்தபின் (முழு வேகத்தில் 70%) மைய விலக்கு கருவி தொடக்க மின்தேக்கியைச் சுற்றினின்றும் துண்டித்து விடும். பின் இரு சுற்றுகளும் இணைந்து செயற்படும். ஒரு மின்தேக்கி திறன் எண்ணைச் (power factor) சரி செய்வதற்காக இணைக்கப்படுகிறது. ஆகவே, அதிகமான தொடக்கு திருப்பு திறனும், பொறியின் திறனும் (efficiency) கொண்ட காற்றின்மூலம் குளிர்விக்கப்படுகிறது. வேகம் நிமிடத்திற்கு 3500 சுழல் வரை உள்ளன. சிறிய அளவு (low tonnage)

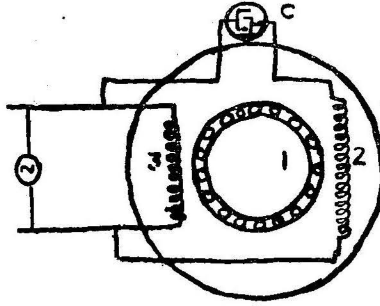
இறுக்கிகள் முழுவதும் தானியங்குவன (completely automatic) வாகவும், பெரிய இறுக்கிகள் பாதி தானியங்குவனவாகவும் (semi automatic) உள்ளன. அவை, உருளைகளின் எண்ணிக்கை (number of cylinders), அவற்றின் அமைப்பு (arrangement) செயற்படும் முறை (action: single acting or double acting) ஆகியவற்றைப் பொறுத்து மாறுபடும்.

ஒன்றிலிருந்து 16 வரை உருளைகள் கொண்ட இறுக்கிகள் ஒரு வழிச் செயற்படும் வகையில் V அல்லது W என்ற வகையில் உருளைகளை அமைக்கப்பட்டவையாக இருக்கும். இருவழிச் செயற்படுவன பொதுவாக உருளைகளைக் கிடையாக (horizontal) அமைக்கப்பட்டவையாக இருக்கும். அதிக வேகத்தில் குறைந்த பெயர்ச்சியைக் கொண்டு உருளைகளின் எண்ணிக்கையை உரிய அளவில் அமைத்தல் நல்லது.

இறுக்கிகள் (1) முழுவதும் அடைக்கப்பட்ட (hermetically sealed) (2) பாதி அடைக்கப்பட்ட (semi hermetic) (3) திறந்த வகை என மூன்று வகைப்படும். மின்பொறியையும், இறுக்கியையும் இணைக்கும் முறையில் இவ்வேறுபாடு காணப்படும். இறுக்கியிலுள்ள தண்டோடு வெளியிலிருந்து பொறி இணைக்கப்படுமானால் அது திறந்த வகையைச் சேர்ந்ததாகும். தண்டு இறுக்கியிலிருந்து வெளிப்படும் இடத்தில் குளிரூட்டி கசிவை (leakage)த் தடுக்க உரிய தடுப்பு (seal) ஒன்று பொருத்தப்பட வேண்டும். இவ்வாறு ஏற்படும் கசிவைத் தடுக்க இறுக்கி. பொறி ஆகிய இரண்டும் ஒரே அமைப்பினுள் மூடிவைக்கப்படும். இவ்வாறு கிடைக்கும் ½ முதல் 10 வரை குதிரைசக்தி கொண்ட இப்பொறிகள் குளிர்சாதனத்தில் இறுக்கிகளை ஓட்டப் பயன்படுகின்றன.

நிலை மின்தேக்கிப் பொறிகள் (permanent capacitor motors): இது முன் கூறப்பட்ட பொறிகளைப் போலவே அமைக்கப்படும். இவற்றில் தொடக்க மின்தேக்கியும், தொடக்க சுவிட்சும் (starting switch) கிடையாது. சுற்றில் இணைக்கப்படும் (படம் 91) மின்தேக்கி தொடர்ந்து இருக்கும். இது தொடக்க மின்தேக்கியாகவும், திறன் எண்ணைச் சரி செய்யவும் பயன்படுகிறது. தொடக்கத் திருப்பு திறன் குறைவாகவே இருப்பதால், இவ்வகைப் பொறிகள் சிறிய விசிறிகளை இயக்கப் பயன்படுகின்றன. குளிர்சாதனங்களிலோ அல்லது காற்றுச் சீராக்கிகளிலோ இறுக்கி, பம்புகள், விசிறிகள் போன்ற வெவ்வேறு பாகங்களை இயக்கத் தகுந்த மின்பொறியைத் தேர்ந்தெடுத்துப் பொருத்த வேண்டும்.

அடக்கப்பட்ட சாதனங்கள் (hermetically sealed units): மின்பொறி—இறுக்கி ஆகிய இரண்டையும் இணைத்து ஒரே



படம் 91

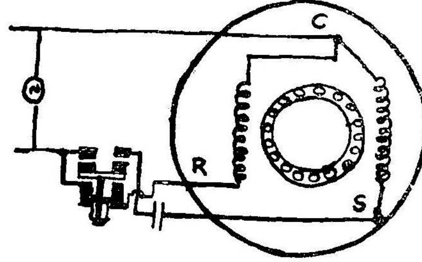
பாகமாக அடக்கப்பட்ட சாதனங்களில் பயன்படுபவை முக்கட்ட அணிற்கூட்டுப் பொறிகளும் (three phase squirrel cage motors) இருகட்ட வகைகளில் பிளவுகட்ட, மின்தேக்கி தொடக்க ஓட்டும் வகைகளாகும். தேவையான குதிரைசக்தியின் அளவைப் பொறுத்து இது முடிவு செய்யப்படும்.

ஒருகட்ட மின்பொறிகள், இவ்வாறு மூடிய சாதனங்களில் பயன்படும்போது மைய விலக்குக் கருவிக்குப் பதிலாக ஒரு தொடக்க மாற்றுக் கருவி (starting relay) பயன்படுகிறது. தொடக்க சுற்றையோ, தொடக்க மின்தேக்கியையோ இணைப்பிலிருந்து நீக்க இது பயன்படும். மிக அதிக அளவில் பயன்படும் இரு வகைகள் இங்கு விவரிக்கப்பட்டுள்ளன.

மின்னோட்ட மாற்று கருவி (current coil relay): பொதுவாக மின்தேக்கித் தொடக்கப் பொறிகளில் (capacitor start motors) இது பயன்படும். தலைமைச் சுற்றில், முதலிலும் இயங்கும் போதும் ஏற்படும் மின்னோட்ட மாற்றத்தினால் இயங்கும் ஒரு காந்த சக்தியினால் செயற்படுகிறது. கனமான கம்பியினால் சுற்றப்பட்ட ஒரு சில சுற்றுகளைக் (turns) கொண்ட ஒரு சுற்று (coil) தலைமைச் சுற்றுடன் (winding) தொடர்நிலையில் இணைக்கப்படுகிறது. கருவியின் தொடுமுனைகள் (contact points) சாதாரண நிலையில் திறந்திருக்கும். தொடக்க சுற்றோடு தொடர்நிலையில் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

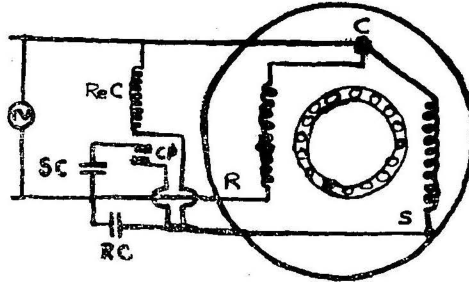
மின்பொறி இயங்க ஆரம்பிக்கும்போது தலைமைச் சுற்றில் பாயும் மின்னோட்டத்தின் அளவு அதிகமாக இருக்கும். இது

மாற்றுக் கருவியின் சுற்றின் வழியாகப் பாய்வதால் ஏற்படும் காந்த சக்தியும் அதிக வலுவானதாக இருக்கும். ஆகவே,



படம் 92

கருவியின் ஆர்மேச்சர் (armature) உள் இழுக்கப்பட்டுத் தொடு முனைகள் மூடப்பட்டு தொடக்க சுற்றிலும் மின் ஓட்டம் பாயும். ஆகவே, சுழலி சுழல ஆரம்பிக்கும் உரிய வேகம் வந்தவுடன் தலைமைச் சுற்றிலும், கருவியின் சுற்றிலும் மின் ஓட்டத்தின் அளவு குறைந்து, காந்த சக்தியும் வலிவிழப்பதால் ஆர்மெச்சூர் புவிஈர்ப்பு சக்தியில் விழுந்து, தொடுமுனைகள் திறக்கப்பட்டு விடும். பின், பொறி தலைமைச் சுற்றில் மட்டுமே இயங்கும்.



படம் 93

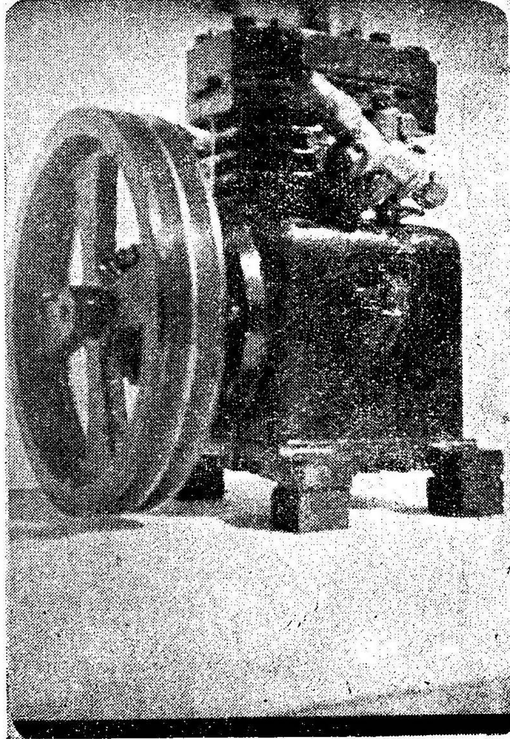
மின் அழுத்த மாற்ற கருவி (Potential or voltage coil relays) மின்தேக்கித் தொடக்க, அல்லது மின்தேக்கித் தொடக்க ஓட்டப் பொறிகளில் பயன்படும் இவ்வகைக் கருவியில் மெல்லிய கம்பியினால் அதிக சுற்றுகளைக் கொண்ட சுற்று தொடக்கச் சுற்றுக்கு இணையாக (in parallel) இருக்குமாறு அமைக்கப்படும். தொடுமுனைகள், பொறி இயங்காதபோது மூடிய நிலையில்

இருக்கும். பொறி இயங்கத் தொடங்கும்போது தொடக்க. தலைமைச் சுற்றுகள் இரண்டுமே இணைப்பில் இருக்கும். ஓரளவு வேகம் அடைந்தபின் இரு மின்தேக்கிகளும் சேர்ந்து தொடா நிலையிலுள்ள தொடக்கச் சுற்றில் அழுத்தம் அதிகரிக்கச் செய்யும். தொடக்கச் சுற்றிற்கு இணையாக உள்ள காற்றுக் கருவியின் சுற்றில் மின் ஓட்டம் அதிகரித்து ஆர்மெச்சூர் இழுக் கப்படுவதால் முனைகள் திறக்கப்படும். அதன் மூலம் மின் தேக்கித் தொடக்கப் பொறியில் (Capacitor start motor) தொடக்க மின்தேக்கியும், தொடக்கச் சுற்றும் இணைப்பிலிருந்து நீக்கப்படும். மின்தேக்கித் தொடக்க, ஓட்டப் பொறிகளில் தொடக்க மின்தேக்கி மட்டும் நீக்கப்படும். பொறிகள் இயங்கும் போது மாற்றுக் கருவியின் சுற்றில் அழுத்தம் உரிய காந்த சக்தியை ஏற்படுத்தி ஆர்மெச்சரை காந்தப் புலனினுள் வைத்து தொடுமுனைகள் திறந்திருக்குமாறு செய்யும். பொறி நிறுத்தப் படும் வரை முனைகள் திறந்தே இருக்கும்.

இறுக்கிகள் (Compressors): குளிர் சாதனங்கள் இயங்கு வதைப் பற்றி அறியுமுன் அவற்றின் வெவ்வேறு பாகங்கள்— இறுக்கி, சுருக்கி, ஆவியாக்கி. விரிவாக்கி ஆகியவற்றின் அமைப்புத் தன்மைகளைப் பற்றி அறிதல் அவசியம். ஒவ் வொன்றின் தனித்தனித் தன்மைகள் மட்டுமன்றி அவை இணைக்கப்பட்ட பின் சாதனத்தில் இயங்கும் தன்மையும் அறிதல் அவசியம். ஏனெனில். பாகங்களில் ஒன்றின் தன்மை மற்ற பாகங்களின் செயலை பாதிக்க இயலும். உதாரணமாக, சுருக்கியில் குளிர் ஊடகத்தின் (cooling medium) வெப்ப நிலையைப் பொறுத்து இறுக்கியில் உந்தப்படும் குளிரூட்டியின் அளவு, அழுத்தம் முதலியவை மாறுபட்டு விரிவு வால்வைச் சிறிது திருத்த நேரும். ஆகவே, ஆவியாக்கியிலும் அழுத்தம் மாறும். முதலில் பாகங்கள் ஒவ்வொன்றின் தனித்தனித் தன்மைகள் பற்றிக் கூறப்படும்.

குளிர் சாதனங்களின் பாகங்களில் மிக முக்கியமானது இறுக்கியாகும். சுழல் (rotary) மைய விலக்கு (centrifugal), முன்பின் இயங்கும் (reciprocating) என மூன்று பெரும் பிரிவு களில் அமையும். முன்பின் இயங்கும் இறுக்கிகளில் ஒரு பிஸ்ட்ன் உருளையினுள் முன்பின்னாக அசைந்து, உட்கவர் வால்வின் வழியாக உள்ளே வரும் குளிரூட்டியை இறுக்கி நீங்கு வால்வின் வழியாக வெளிச் செலுத்தும். மற்ற இருவகை இறுக்கிகளும் சுழலும் பாகமான சுழலியைக் கொண்டதாகும். சுழல் இறுக்கிகள் நேர்முகப் பெயர்ச்சியையும் (Positive displa -

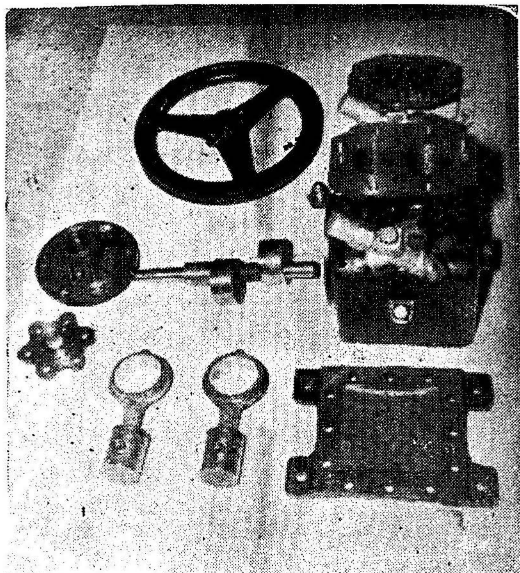
cement), மைய விலக்கு இறுக்கிகள் மைய விலக்கு விசையையும் கொண்டு இயங்கும்.



படம் 94
திறந்தவகை இறுக்கி (நன்றி : 'தெர்மெக்')

முன்பின் இயங்கும் இறுக்கிகள் : தற்போது மின்பொறிகளால் இயக்கப்படும் இவை நீர் வகையில், பெரிய சாதனங்களில் வால்வு, பிஸ்டன் ஆகியவற்றை எளிதாக வெளியிலெடுத்துச் சீர்படுத்தும் முறையில் உருளைகளின் தலைப்பாகம் (Cylinder head) நீக்குவதற்கு எளிதாக அமைக்கப்படும். இவ்வகை, பாதி மூடப்பட்ட இறுக்கிகளாகும். சிறிய சாதனங்களில் முழுவதும் மூடப்பட்ட அமைப்பினுள் இறுக்கி, பொறி ஆகியவற்றை வைத்து உட்கவர், நீங்கு குழாய்கள், பொறியின் மின் இணைப்புருளைகள் (Electrical terminals) மட்டும் வெளியே தெரியுமாறு அமைக்கப்படுவது, முழுவதும் மூடப்பட்ட இறுக்கி

களாகும். இவ்வகை இறுக்கிகளில் ஈரம் உட்புகுந்தால் பொறிக்கு ஊறுவிளைவிக்கும். எனவே, சாதனத்தினுள் குளிர்



படம் 95
இறுக்கியின் பாகங்கள் (நன்றி : தெர்மெக்)

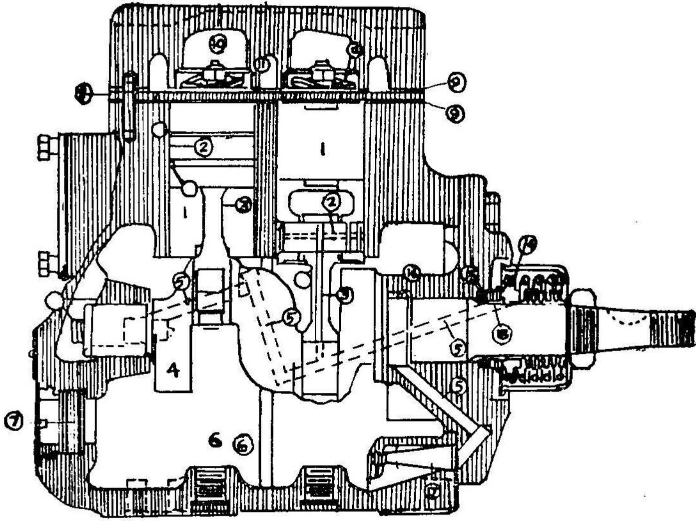
ரூட்டியை அடைக்குமுன் ஈரத்தை முழுவதும் வெளியேற்றுவது மிகவும் அவசியமாகும்.

இறுக்கியின் இரண்டு மிக முக்கியமான செயல் இயல்புகள் (Performance characteristics) அதன் குளிர் விளைவும், ஆற்றல் தேவையுமாகும். குறிப்பிட்ட வேகத்தில் இயங்கும் இறுக்கியில் இவ்வியல்புகள் உள்ளீர்ப்பு, நீங்குநிலை அழுத்தங்களைப் பொறுத்து அமையும். ஓர் இலட்சிய இறுக்கியின் செயலுக்கும் உண்மையான செயலுக்கும் இடையே வேறுபாடு இருக்கும்.

இறுக்கியின் செயலை முடிவு செய்யச் சில வரையறைகள் பயன்படும்.

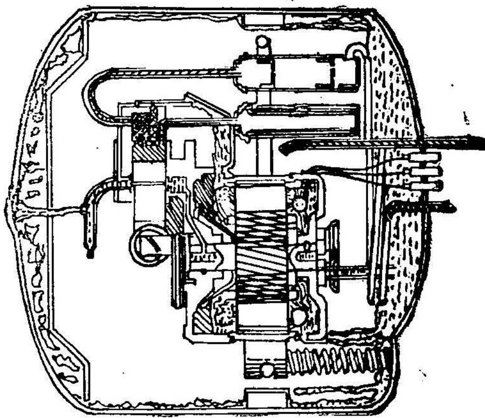
பரும திறன் (Volumetric efficiency) :

(1) உண்மையான பரும திறன் (Actual volumetric efficiency).



படம் 96

முன்பின் இயங்கும் இறுக்கி (Reciprocating Compressor)
1. உருளை (Cylinder), 2. பிஸ்டன், 3, இணைக்கும் கம்பி, 4, சுழற்சி மாற்றப் பொறி (rank), 5, உயவெண்ணெய்ப்பாதை, 6. உயவெண்ணெய் தேக்கம், 7. பார்வைக் கண்ணாடி (Sight glass), 8. வால்வுத் தகடு, 9. தாமிரம்பூசப்பட்ட தகடுகள் (Gaskets), 10. வாயுப் பாதை, 11, 12. வால்வுகள், 13. நிலைவளையம்; 14. சுழலும் வளையம், 15. நீயோப்ரீன் வளையம் (Neoprene washer) 16. உயவெண்ணெய்ப் பம்பு, 17. உயவெண்ணெய் வடிகட்டி,



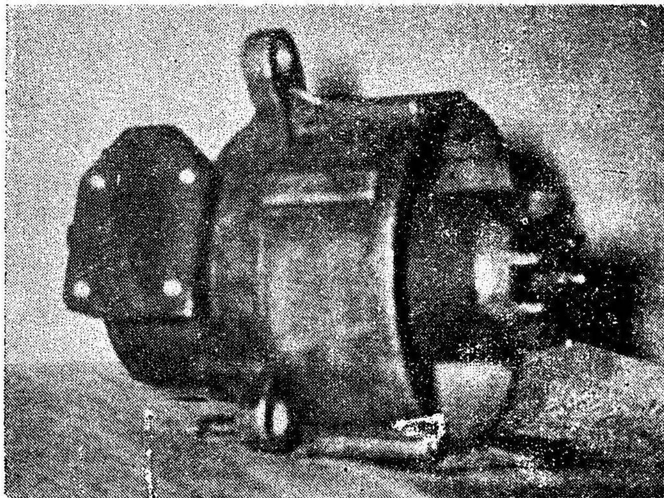
படம் 97

மூடப்பட்ட இறுக்கி (Hermetically sealed compressor)

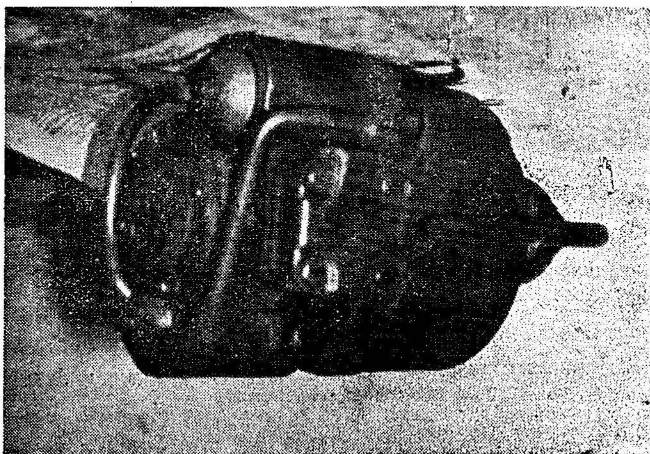


படம் 98

பொறிப்பிடப்பட்ட இறுக்கி: புறத்தோற்றம் (Hermetically sealed compressor) மின்பொறியின் மின்முனைகளையும் அதிகச் சுமை காப்பையும் காணலாம். (நன்றி : சிட்டி என்சினியரிங்.)

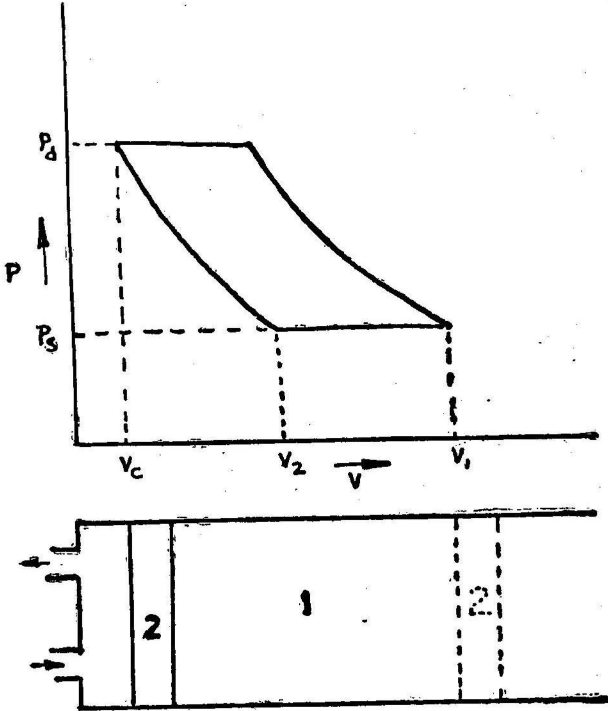


படம் 99
பொறிப்பிடப்பட்ட இறுக்கி : அகத்தோற்றம் I வகை
(நன்றி : 'சிட்டி என்சினீயரிங்')



படம் 100
பொறிப்பிடப்பட்ட இறுக்கி : அகத்தோற்றம் II வகை
(நன்றி : 'சிட்டி என்சினீயரிங்')

$$\eta_v (A) = \frac{\text{வெளியேற்றப்படும் குளிருட்டியின் கன அளவு (மீ}^3\text{/நிமிடம்)} \times 100}{\text{இறுக்கியில் மொத்தப் பெயர்ச்சி (மீ}^3\text{/நிமிடம்) அளவு}}$$



படம் 101

இறுக்கியில் வாயுவின் (P-V) வரைபடம் 1. உருளை, 2. பிஸ்டன்

பெயர்ச்சி அளவு இறுக்கியிலுள்ள பிஸ்டன்கள் அவற்றின் உள்ளீர்ப்பு வீச்சின் (suction stroke) போது பெயர்ச்சி செய்யும் பருமத்தின் அளவாகும். (2) வெளியிட பரும திறன் (Clearance volumetric efficiency). இது இலட்சிய இறுக்கிகளில் பயன் படும். இறுக்க வீச்சின் (comperssion stroke) இறுதியில் உருளை யினுள் உள்ள வெளியிடத்தில் (clearance volume) உள்ள குளிருட்டி மீண்டும் விரிவடைவதைப் பொறுத்து இத்திறன் மாறுபடும்.

இறுக்கியின் அழுத்த—பரும வரைபடத்திலிருந்து (Pressure-volume-diagram) [படம் 101] இதை விளக்க இயலும்.

உருளையின் மொத்த கன அளவு V_1 எனவும், வெளியிடம் V_c எனவும், நீங்குநிலை அழுத்தம் Pd எனவும், உள்ளீர்ப்பு அழுத்தம் P_s எனவும் வைக்கப்படும். வெளியிடத்திலுள்ள வாயு உட்கவர் வலிப்பின்போது விரிவடைந்து அழுத்தம் P_s வரை குறைந்த பின்தான் உள்ளீர்ப்பு வால்வு திறக்க இயலும். எனவே, வால்வு அவ்வாறு திறக்கும்போது உள்ளே இருக்கும் ஆவியின் அளவு V_2 எனக் கொண்டால்,

வெளியிட பரும திறன் (clearance volumetric efficiency)

$$\eta v_{(c)} = \frac{V_1 - V_2}{V_1 - V_c} \times 100$$

மேலும், குறிப்பிட்ட உருளையில் வெளியிடத்தின் அளவு (clearance volume) மாறாது. வெளியிட சதவீதம் (Percent clearence) 'm' எனக் கொண்டால்,

$$m = \frac{V_c}{V_1 - V_c} \times 100$$

$$nv_c = \frac{V_1 - V_c + V_c - V_2}{V_1 - V_c} \times 100$$

$$= 100 + \frac{V_c - V_2}{V_1 - V_c} \times 100$$

$$= 100 - \frac{V_2 - V_c}{V_1 - V_c} \times 100$$

$$= 100 - \frac{V_c}{V_1 - V_c} \left(\frac{V_2}{V_c} - 1 \right) \times 100$$

$$= 100 - m \left(\frac{V_1}{V_c} - 1 \right)$$

வாயுவின் நிறையலகு பருமங்கள் (specific volumes) நீங்குநிலை உள்ளீர்ப்பு அழுத்தங்களில் உரிய அட்டவணையிலிருந்து எடுக்கப்பட்டால், பரும திறனைக் கீழ்க்கண்டவாறு குறிக்க இயலும்,

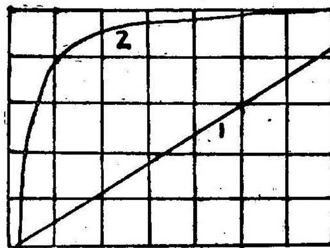
$$\eta v_{(c)} = 100 - m \left(\frac{V_s}{Vd} - 1 \right)$$

Vs. உள்ளீர்ப்பு அழுத்தத்தில் நிறையலகு பருமம்.

Vd: நீங்குநிலை ,, ,, ,,

பரும திறனைக் கணக்கிட்டுப் பின் இலட்சிய இறுக்கியின் செயலை முடிவு செய்ய இயலும். விரிவையும், இறுக்கத்தையும்

சம என்ட்ராபி முறையில் நிகழ்வதாகக் கொண்டால், இறுக்கி யின் பரும திறனைக் கட்டுப்படுத்துவது அதன் உள்ளீர்ப்பு அழுத்தம் ஒன்றே. ஆகவே; உள்ளீர்ப்பு அழுத்தம் மாறும் போது, இறுக்கியின் பரும திறனும், குளிரூட்டியின் அளவும் மாறும். இம்மாற்றத்தை வரைபடத்தில்குறிக்க இயலும். (படம்*102*)



படம் 102

1. உள்ளீர்ப்பு அழுத்தம் Vs. குளிரூட்டிபாயும் அளவு
2. ,, Vs. பருமதிறன்

குளிரூட்டியின் எடை அளவு இறுக்கியின் திறனளவு (capacity) ஆற்றல் தேவை ஆகியவற்றை முடிவு செய்யும். இந்த எடை அளவு, உருளையில் பெயர்ச்சி அளவு (M^3/நிமிடம்); பருமதிறன் (clearance volume), ஆகியவற்றின் நேர்விகிதமாகவும் (directly proportional), நிறையலகு பருமத்தின் எதிர் விகிதமாகவும், (inversely proportional) இருக்கும்.

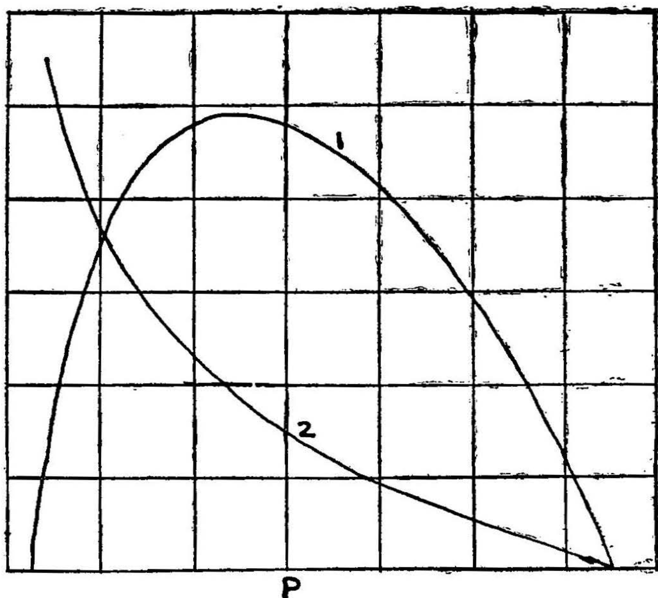
ஆற்றல் தேவை: (Power requirements) (HP): இது குளி ரூட்டியின் எடை அளவு (mass rate of flow), இறுக்கத்தின் போது அதிகமாகும். மொத்த வெப்பத்தின் அளவு ($\triangle$H—increase in enthalpy) ஆகியவற்றின் நேர்விகிதத்தில் இருக்கும். $\triangle$H: இறுக்கவேலை. (work of Compression) வெவ்வேறு உட் கவர் அழுத்தங்களில் ($\triangle$H-ம் HP-ம் கணக்கிட்டு வரைபடத் தில் குறிக்கப்படும் (படம்: 103). இதிலிருந்து HP ஓர் உச்ச அளவை அடைந்து பின் குறைவதைக் காணலாம். அநேக மாகச் சாதனங்கள் உச்சத்தின் (peak) இடதுபக்க வலை விலேயே செயல்படும். எனினும், சாதனம் இயங்கத் தொடங் கும்போது, ஆவியாக்கியின் வெப்பநிலையைச் சார்ந்து உச்ச அளவைக் கடந்து செல்லலாம். ஆகவே, அதை இயக்கும் மின் பொறியைத் தகுந்ததாகத் தேர்ந்தெடுத்தல் அவசியம். பொறியின் மிஞ்சிய அளவைக் (over size) குறைக்கச் சில சமயங் களில் உள்ளீர்ப்புக் குழாயில் ஒரு வால்வின் மூலம் வாயுவின் அழுத்தத்தைக் குறைத்து, இறுக்கி உச்ச அளவில் செயல்படு வதைத் தவிர்க்கலாம்.

குளிர் அளவு (Refrigeration capacity): இது ஓர் அலகு எடையுள்ள குளிரூட்டியின் குளிர்விளைவு, குளிரூட்டியின் எடை அளவு ஆகியவற்றின் நேர்விகிதத்தில் இருக்கும்.

$$\text{குளிர் அளவு} = \frac{W \times (H_4 - H_1)}{50} \text{ டன்}$$

W: குளிரூட்டியின் எடை அளவு – கிலோ/நிமிடம்.

H_4, H_1 = குளிரூட்டியின் மொத்த வெப்பம்—ஆவியாக்கியினுட் புகுமுன்னும், பின்னும்—கிலோ காலரி 1 டன் = 50 கிலோ காலரி/நிமிடம்.



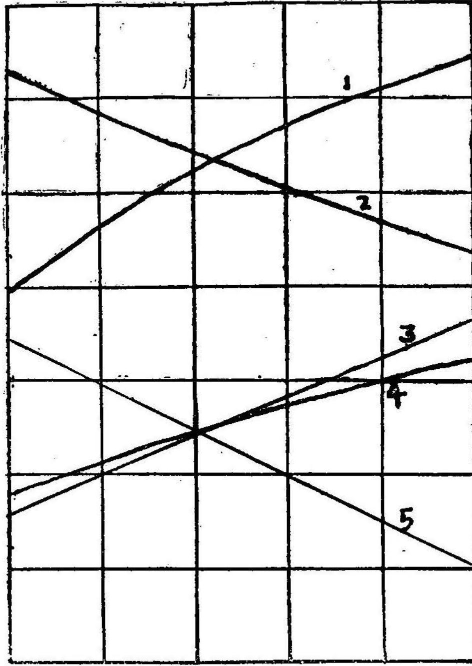
படம் 103

1. உள்ளீர்ப்பு அழுத்தம் Vs. ஆற்றல்
2. ,, Vs. இறுக்கவேலை.

இறுக்கியின் குளிர் அளவு, குளிரூட்டியின் குளிர்விளைவு ஆகியவை மாறுபடும் விதத்தைப் படத்தில் காணலாம்.

மேலும், ஒரு டன் குளிர் அளவிற்குத் தேவைப்படும் ஆற்றல், குளிரூட்டி பாயும் கன அளவு (Volume) இவற்றின் மூலம் உரிய இறுக்கியைத் தேர்ந்தெடுக்க எளிதாக இருக்கும். ஆற்றல்/டன் சாதனத்தின் செயற்கெழுவிற்கு எதிர்விகிதத்தில்

இருக்கும். இவ்விதம் உள்ளீர்ப்பு அழுத்தம் குறைந்தால் குறையும் (படம் 105). உரிய அளவு மின் பொறியைத் தேர்ந் தெடுக்க இவ்விகிதம் பயன்படும். உதாரணமாக காற்றுச் சீராக் கலில் ஆற்றல்/டன் சுமார்: *1 H_2 P_1/Ton* என்ற அளவிலிருக்கும் கன அளவு, இறுக்கியின் வேகம் அளவு ஆகியவற்றைக் கணக் கிட உதவும்.

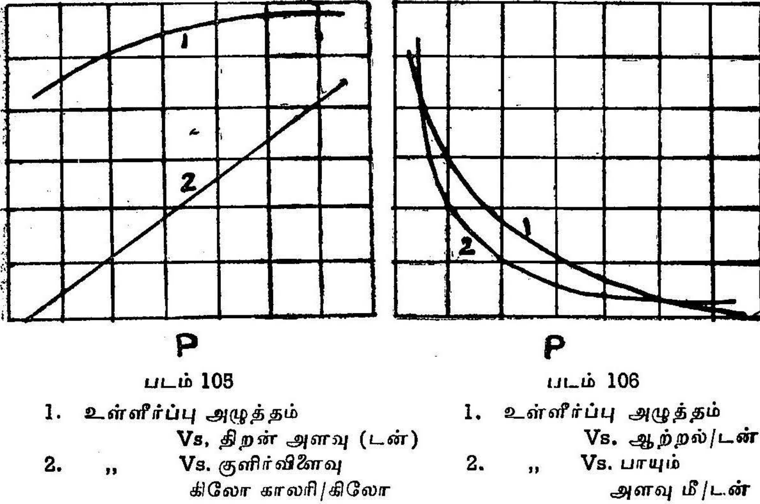


படம் 104

1. நீங்கு நிலை அழுத்தம் Vs. ஆற்றல்
2. ,, Vs. குளிர்விளைவு
3. ,, Vs. ஆற்றல்/டன்
4. ,, Vs. இறுக்கவேலை,
5. ,, Vs. வெளியிட பருமதிறன்.

இதுவரை குறிப்பிட்ட நீங்கு நிலை அழுத்தத்தில் பல்வேறு உள்ளீர்ப்பு அழுத்தங்களில் ஏற்படும் விளைவுகளைப் பற்றிக் கூறப்பட்டது. இதுபோல நீங்குநிலை அழுத்தமும் பருமதிறன்; இறுக்கவேலை, ஆற்றல் குளிர் அளவு, ஆற்றல்/டன் ஆகிய

வற்றை மாற்ற இயலும். இம் மாற்றங்களைப் படத்தில் காண லாம் (படம் 104).



படம் 105
1. உள்ளீர்ப்பு அழுத்தம் Vs. திறன் அளவு (டன்)
2. ,, Vs. குளிர்விளைவு கிலோ காலரி/கிலோ

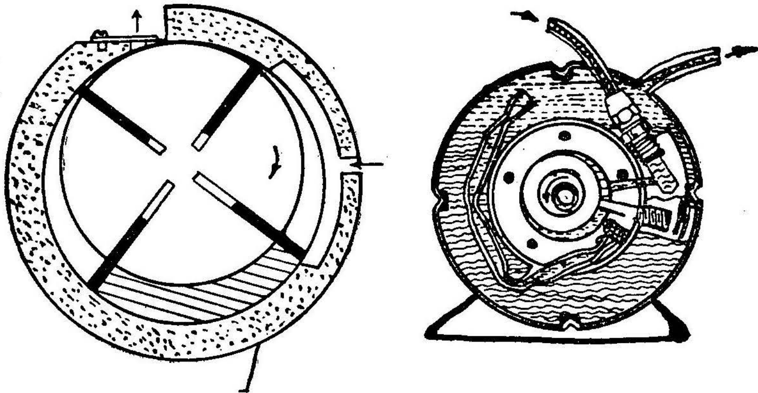
படம் 106
1. உள்ளீர்ப்பு அழுத்தம் Vs. ஆற்றல்/டன்
2. ,, Vs. பாயும் அளவு மீ/டன்

இதுவரை கூறப்பட்டது ஓர் இலட்சிய இறுக்கியைப் பற்றி யவையெனினும், உண்மையான இறுக்கியின் (Actual Compressor) செயலும், இவற்றிலிருந்து சிறிதே மாறுபட்டிருக்கும். உண்மையான இறுக்கியின் பருமதிறன் வால்வுகளில் ஏற்படும் அழுத்தக் குறைவுகள்; பிஸ்டன், வால்வு ஆகியவற்றின் வழி ஏற்படும் கசிவு; உள் நுழையும் குளிரூட்டி உருளையினுல் சூடேற் றப்படுதல் ஆகியவற்றைப் பொறுத்து மாறுபடும்.

இறுக்கி இயங்கும்போது வால்வுகள் உரிய வகையில் திறந்து வைக்க ஓரளவு அழுத்த வேறுபாடு வால்வுத் தகடு களின் இரு பக்கமும் தேவைப்படும். இதனுல் அழுத்தக் குறைவு ஏற்படுகிறது. மேலும், காற்றை உருளையினுள் இழுக்க உருளையினுள் அழுத்தம், உள்ளீர்ப்புக்குழாயில் உள்ள அழுத் தத்தைவிடக் குறைவாக இருத்தல் வேண்டும். பிஸ்டன் வளையங்கள், வால்வுகள் ஆகியவற்றின் வழி ஏற்படும் கசிவின் காரணமாகக் குளிரூட்டியின் அளவு குறையும். மேலும், உள்ளீர்க் கப்பட்ட குளிரூட்டி (வாயு), அதிக வெப்பநிலையிலுள்ள உரு ளையின் தலைப்பாகத்தில் வரும்போது சூடேற்றப்பட்டு விரி வடைகிறது. ஆகவே, அதன் நிறையலகு பருமம் அதிகரிக்கும் இக் காரணங்களால் உண்மையான பருமதிறன் குறைந்தே இருக்கும். வால்வின் வழிப்பாயும் குளிரூட்டியின் வேகத்தைக்

குறைத்து, அழுத்தக் குறைவைத்தவிர்க்க அதிக வால்வு பரப் பளவு பயன்படுத்த வேண்டும். ஆயினும், இது உருளையின் அளவைப்பொறுத்துக் கட்டுப்படுத்தப்படும்.

இறுக்கியின் திறன் அதிகமாக இருக்குமானால், அல்லது சாதனத்தில் பளு குறையுமானால் ஆவியாக்கியில் வெப்பநிலை யும், அழுத்தமும் குறைந்து இறுக்கியின் அளவும், பளுவும் சமமாகும். ஆவியாக்கியின் வெப்பநிலை குறைதல் நல்லதன்று, இது காற்றுச் சீராக்கிகளில், காற்றிலுள்ள நீரைப் பிரித்து அது குழாய்களின் உறையச் செய்து விடும். இது காற்றின் பாதையை அடைப்பதால் அழுத்தம் மேலும் குறையும். உண வுப் பொருள்கள் வெப்ப நிலைக் குறைவால் பாதிக்கப்படும். ஆகவே, பளுவிற்கேற்றவாறு இறுக்கியின் (குளிர்) அளவைக் குறைக்கக் கீழ்க்காணும் முறைகள் பயன்படும்.



படம் 107

சுழல் இறுக்கிகள் (Rotary Compressors)

(1) இறுக்கியைத் தேவைக்கேற்றவாறு நிறுத்தி இயக் குவது. இம் முறை சிறிய அளவு இறுக்கிகளுக்கு பயன்படும்.

(2) அழுத்தக் கட்டுப்பாடு—ஆவியாக்கி இறுக்கி இவற்றிற் கிடையே அழுத்தத்தைக் குறைத்து ஆவியாக்கியின் அழுத்தம் சீராக இருக்குமாறு செய்தல்.

(3) நீங்கு வாயுவை உட்கவர் குழாயினுள் சிறிது மாற்றிச் செலுத்து (By Pass) வதன் மூலம் இம் முறையில் இறுக்கி அதிக வெப்பநிலையில் இயங்கும்.

சுழல் இறுக்கிகள் (Rotary Compressors) : இறகுகள் (Vanes) இணைக்கப்பட்ட சுழல் இறுக்கி (படம் 107) இயங்கும் விதம் வருமாறு : சுழலி உருளையினுள் சுழலும்போது இறகுகள் மைய விலக்கு விசையினால் உருளையின் சுவற்றோடு தொட்டுச் செல்லும் உருளையின் அச்சும், சுழலியின் அச்சம் மாறுபட்டிருப்பதால் இரண்டிற்குமிடையே உள்ள இட வேறுபாட்டின் மூலமும், இறகுகள் நகரும் போது குளிரூட்டியும் நகர்த்தப் படுவதால் குளிரூட்டி இறுக்கப்பட்டு வெளியே செலுத்தப்படும். இவ்வகை இறுக்கிகளில் உட்கவர் வால்வுகள் கிடையாது. அநேகமாகச் சிறிய அளவுச் சாதனங்களுக்குப் பயன்படுகிறது.

மைய விலக்கு இறுக்கிகள் (Centrifugal Compressors): இவ்வகை இறுக்கிகள் மைய விலக்குப் பம்பு இயங்குவதைப் போன்று இயங்குவன. சுழலும் உந்தி (Impeller) யின் மத்திய பாகத்தில் வரும் குளிரூட்டி மைய விலக்கு விசையினால் அதன் வெளிப் பாகத்திற்குச் செலுத்தப்பட்டு குளிரூட்டியின் ஆற்றலானது (Energy) அதிகரிக்கப்படும். பின் விரவல்கலனின் (Diffusing) மூலம் பாயும் போது அதன் ஆற்றல் அழுத்தமாக மாற்றப்பட்டுக் குளிர்ஊட்டியின் நீக்குநிலை அழுத்தம் உண்டாகும். அழுத்த வேறுபாட்டைப் பொறுத்து இறுக்கியின் நிலைகள் (Stages) அதிகரிக்கப்படும்.

குறைந்த செறிவுள்ள (Low Density) குளிரூட்டிகள் இவ்வகை இறுக்கிகளில் பயன்படுகின்றன. செறிவு குறைந்த குளிரூட்டிகளைக் கையாள குறைந்த வேகம், அளவினையுடைய உந்துகளைப் பயன்படுத்தலாம். குறைந்த செறிவுள்ள குளிரூட்டிகளைப் பயன்படுத்தும் இன்னொரு காரணம் இவ்வகை இறுக்கிகளைச் சிறிய சாதனங்களில் பயன்படுத்தவேயாகும். இவ்வகை இறுக்கிகளின் செயலை ஆராய அதன் அழுத்தம் (H), அளவு (Q) அவற்றிடையேயுள்ள இயல்பு முடிவு செய்யப்படும். இறுக்கியின் H-Q இயல்பை வரைபடத்தில் குறித்தால்; இறுக்கம் இயங்கும் முறையைக் கணக்கிடப் பயன்படும்.

இவ்வகை இறுக்கிகளை (1) வேகத்தை மாற்றுதல் (2) உட்கவர் அழுத்தத்தை மாற்றுதல் (3) சுருக்கியின் அழுத்தத்தை மாற்றுதல் ஆகியவற்றின் மூலம் கட்டுப்படுத்த இயலும்.

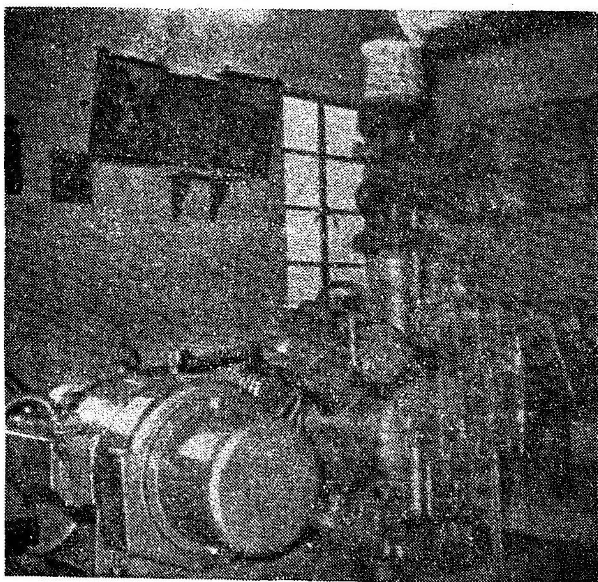
இவ்வகை இறுக்கிகளின் நன்மைகள் வருமாறு: (1) அதிர்வில்லாமல் இயங்குவது, (2) அதன் அளவில் ஓசையின்றி இயங்குவது, (3) இயங்க ஆரம்பிக்கும்போது குறைந்த ஆற்றல்

தேவைப்படுவது, (4) தேவைப்படும் இடம் குறைவு, (5) பேணு தல் எளிதாயிருப்பது.

200 டன் அளவிற்கு மேலான சாதனங்களில் இவை மட்டுமே பயன்படுகின்றன. 50—200 டன் வரை மைய விலக்கு இறுக்கிகளும், முன்பின் இயங்கும் வகையும் பயன்படுகின்றன. 50 டன் அளவிற்குக் குறைவான சாதனங்களில் முன்பின் இயங்கும் இறுக்கிகள் மட்டுமே பயன்படுகின்றன.

ஆகவே, குளிர்சாதனத்தின் அளவு, அது இயங்கும் விதம், பயன்படும் குளிரூட்டி, இயக்கத் தேவையான பொறி ஆகியவற்றைப் பொறுத்து இறுக்கியின் வகை முடிவு செய்யப் படும்.

சுருக்கி: குளிர் சாதனத்தின் மற்றொருபாகம் சுருக்கி யாகும். மீச்சூடுபடுத்தப்பட்ட குளிரூட்டியை இறுக்கியினின்றும்

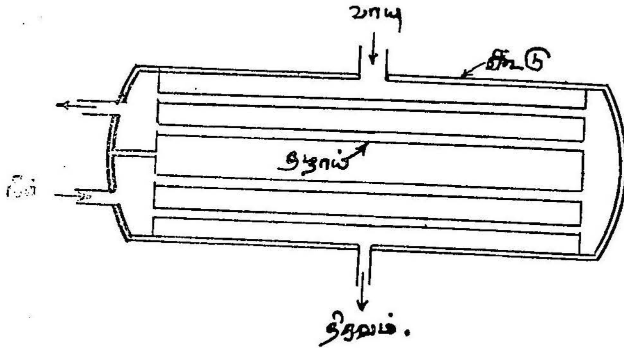


படம் 108
மின்பொறி இறுக்கி ஆகியவற்றின் அமைப்பு
(நன்றி: 'சென்ட்ரல்')

பெற்று, அதைக் குளிர்வித்து நீர்ம வடிவிற்குச் சுருக்குவது இதன் வேலையாகும். குளிர்சாதனத்தில் வெப்பம் வெளித் தள்ளப்படும் பாகம் சுருக்கிதான். வெளிக் காற்றையோ

அல்லது நீரையோ பயன்படுத்தி வெப்பம் அகற்றப்படும் பயன்படும் குளிர் ஊடகத்தைப் பொறுத்து காற்றுக் குளிர் சுருக்கி, தண்ணீர் குளிர் சுருக்கி எனப் பிரிக்கப்படும்.

தண்ணீர் குளிர் சுருக்கி (Water Cooled Condenser): வெப்பமாற்றம் நிகழும் பரப்பின் அமைப்பைப் பொறுத்து இவை வெவ்வேறு வகைப்படும். கூடு குழாய் (Shelle tube) வகைகளில் ஓர் உருளைவடிவக் கூட்டினுள் நேர் குழாய்கள் (Straight tubes) பொருத்தப்பட்டு, கூட்டைக் கிடையாகவோ, செங்குத் தாகவோ அமைக்கப்படும். இவை முறையே கிடைக்கூடு—குழாய் வகை (horizontal Shell and tube type) எனவும் குத்துக் கூடு—குழாய் வகை (Vertical Shell and tube type) எனவும் வழங் கப்படும். நேர்குழாய்களுக்குப் பதிலாக சுருள்வில் (helical spring) போன்று வளைக்கப்பட்ட குழாய் கூட்டினுள் பொருத் தப்பட்டால், அது கூடு-சுருள் வகை (Shell and coil type) எனப் படும். இரு குழாய்கள் ஒன்றினுள் ஒன்றாக வைக்கப்பட்டு, உள்குழாய் வழி குளிர்விக்கும் நீரும், அதைச் சுற்றியுள்ள வளைய இடத்தில் (Annular Space) குளிரூட்டியும் செலுத்து மாறு அமைக்கப் படுவது இருகுழாய் வகை (Double pipe type) எனப்படும். குழாயினுள் உள்ள குளிரூட்டி வெளியில் ஆவி யாகும் நீரினால் குளிர வைக்கப்படும் முறை ஆவியாக்கும் சுருக் கிகளில் (Eyaporative Condensers) பின் பற்றப்படுகிறது.



படம் 109
சுருக்கி.

மேற்கூறப்பட்டவற்றில் மிக அதிகமான அளவில் பயன் பட்டுவருவது கூடு—குழாய் வகைச் சுருக்கியே. (படம் 109) இச் சுருக்கியின் அமைப்பை விளக்கும். இறுக்கியினின்று வரு

கின்ற சூடான குளிரூட்டி சுருக்கியின் மேற்பாகத்தில் நுழைந்து கூட்டினுள் வரும். தண்ணீர் சுருக்கியின் கீழ்ப்பாகத்தில் (ஒரு முனையில்) உள்நுழைந்து குழாய்கள் வழியாகப் பாய்ந்து மேற்பாகத்தில் உள்ள வழியின் மூலம் வெளிவரும். குளிரூட்டி குழாயின் மேற்பரப்பில் சுருங்கிப் படிந்து திரவவடிவில் கூட்டின் கீழ்ப்பாகத்தின் வழி வெளிச்செல்லும். இவ்வாறு சுருக்கப் பட்ட குளிரூட்டி நேராக விரிவு வால்வை அடையும். அல்லது தேவைப்பட்டால் ஒரு கொள்கலனில் சேர்த்து வைக்கப்பட்டு விரிவு வால்வை அடையும். கூட்டின் அமைப்புக்கேற்றபடி இடை, அல்லது குத்து வகையாகப் பிரிக்கப்படுகிறதே அன்றி இவ்விரு வகையும் அமைப்பில் ஒன்றே. குத்து வகை நிறுவத் தேவையான பரப்பளவு (Area) குறைவாக இருக்கும். வெப்ப மாற்றத்தின் அளவைப் பொறுத்து குழாய்களின் மேற்பரப்பை முடிவு செய்ய வேண்டும். இதன் மூலம் குழாய்களின் எண்ணிக்கை முடிவு செய்யப்படும்.

மேற்கூறப்பட்ட வகையில் நீரின் மூலம் வெப்பத்தை வெளியேற்றுமல், வெப்பத்தைக் காற்றுக்குத் தள்ளும் வகை காற்றுக்குளிர் (Air Cooled) சுருக்கிகள் எனப்படும். தகடுகள் பதிக்கப்பட்ட குழாய் சுற்றுகள் (Finned Coils) மேல் காற்று ஊதப்படும்போது குழாயினுள் குளிரூட்டி சுருக்கப்படும். வெப்பமாற்றம் நிகழும் பரப்பை அதிகமாக்கவே தகடுகள் பதிக்கப் படுகின்றன. அநேகமாகச் சிறிய அளவு சாதனங்கள் யாவும் இவ்வகைச் சுருக்கிகளைப் பயன்படுத்துகின்றன. தண்ணீர் கிடைப்பதற்கு அரிதான இடங்களில் இவ்வகைச் சுருக்கிகளைத் தேவையான அளவில் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். சுருங்கும் வெப்பநிலை (Condensing Temperature) நீர் குளிர்ச் சுருக்கிகளில் உள்ளதைவிட அதிகமாகவே இருக்கும், ஏனெனில், காற்றின் உலர்குமிழ் வெப்பநிலையைப் பொறுத்து சுருங்கும் வெப்பநிலை அமையும். ஆனால், நீரைப் பயன் படுத்தும்போது ஈரக்குமிழ் வெப்பநிலையைப் பொறுத்து சுருங்கும் வெப்பநிலையும் குறையும். ஆயினும் காற்றுக்குளிர் சுருக்கிகளில் தண்ணீர் தேவைப்படாததால் செதிள் உண்டாவது (Scaling) அரிப்பு (Corrosion), உறைதல் (Freezing) ஆகியவை நேரா.

சுருக்கியின் உரிய அளவைத் தேர்ந்தெடுக்க, அதில் வெளித்தள்ளப்பட வேண்டிய வெப்பத்தின் அளவு தெரிந்திருக்க வேண்டும். ஒரு டன் குளிர்விளைவை ஏற்படுத்த வெளித்தள்ளப்படவேண்டிய வெப்பத்தின் அளவு வெப்பநிலை

களைப்பொறுத்து மாறும். குளிரூட்டி ஆவியாக்கியில் கவரும் வெப்ப அளவோடு, இறுக்கியில் சேர்க்கப்படும் இறுக்க வேலையையும் சேர்த்து சுருக்கியில் வெளித்தள்ளப்படும் மொத்த வெப்பத்தின் அளவு முடிவு செய்யப்படும். முன்னுல் கூறப்பட்டபடி அழுத்தம்—வெப்பம் (Pressure Enthalpy) வரை படங்களிலிருந்து கணக்கிடப்பட்ட வெப்ப அளவு ஊகக் கோட்பாடு (Theoretical) அளவைக் குறிக்குமேயன்றி, இறுக்கியின் திறன்குறைவால் அதிகமாகச் சேர்க்கப்பட்ட வெப்ப அளவைக் குறிக்காது. வெவ்வேறு ஆவியாக்கியின் வெப்ப நிலைகளுக்கு, சுருங்கு வெப்பநிலைக்கும், சுருக்கியின் மூலம் வெளித்தள்ளப்பட்ட வெப்பம், சாதனத்தின் குளிர்விளைவு ஆகியவற்றின் குளிர் விகிதத்திற்கும், இடையே வரையப்பட்ட வரைபடங்களின் உதவியால் உண்மையான வெப்ப அளவை அறிய இயலும்.

சுருக்கியில் மாற்றப்படும் வெப்பத்தின் அளவு பற்றி ஒரு நீர் குளிர்சுருக்கியைக் கொண்டு ஆராய இயலும், இம் முறையே காற்றுக்குளிர் சுருக்கிகளுக்கும் பொருந்தும். குளிரூட்டியினின்று நீருக்கு மாற்றப்படும் வெப்பம் பல படிகளாக நிகழ்கிறது. குளிரூட்டி குழாயின் மேற்பரப்பில் படிவதாகவும், குழாயினுள் நீர் செல்வதாகவும் கொண்டால் வெப்பம் குளிரூட்டியினின்று குழாயின் மேற்பரப்பில் படிந்த படலம் (Condensing Film), குழாயின் உலோகத் தகடு, குழாயின் உட்பரப்பில் படிந்த செதிள் (Scale) குழாயினுள் நீரின் எல்லைப் படலம் (Boundary layer) ஆகியவற்றின் மூலம் நீரை வந்தடைய வேண்டும். ஒவ்வொரு படலத்திலும், நிகழ்வதை ஒரு படியாகக் கொண்டு மாற்றப்படும் வெப்பத்தின் அளவைக் கீழ்க்காணும் சமன் பாடுகள் மூலம் கணக்கிடலாம்.

வெளிப் படலம் : $q = ho\ Ao \quad (t_1 - t_4)$

உலோகம் $q = \frac{K}{x} Am \quad (t_2 - t_3)$

செதிள் (Scale) $q = hf\ Ai \quad (t_3 - {}_4)$

உள் படலம் $q = h\ Ai \quad (t_4 - t_5)$

இவையாவும் சேர்ந்து $q = UoAe \quad (ti - t_5)$

q= மாற்றப்படும் வெப்ப அளவு—கிலோகாலரி/மணி

ho= படியும் எண் (Condensing Coefficient) கிலோகாலரி மணி/மீ²/°C.

Ao= படியும் பரப்பளவு—சதுர மீட்டர் (மீ²)
K= வெப்பம் கடத்தி எண்—கி. காலரி—மீட்டர்/மணி/மீ²/°C.

X= குழாயின் கனம்—மீட்டர்
Am= குழாயின் சராசரி பரப்பளவு—மீ²
hf= வெப்ப மாற்று எண்—செதிளின் வழி கிலோ காலரி/மணி/மீ²/°C.

Ai=குழாயின் உட்பரப்பு—மீ²
hi= நீரில் வெப்பமாற்று எண்—கி. காலரி/மணி/மீ²/°c
Uo =மொத்த வெப்பமாற்று எண் (Overall heat transfer Coeffiient).

t_1= குளிரூட்டியின் வெப்பநிலை
t_2= குழாயின் மேற்பரப்பில் வெப்ப நிலை
t_3= குழாயின் உட் பரப்பில் வைப்ப நிலை
t_4= செதிளின் உட் பரப்பில் வெப்பநிலை
t_5= நீரின் வெப்பநிலை,
மேற் கூறப்பட்ட சமன்பாடுகளிலிருந்து

$$t_1—t_5= \frac{q}{hoAo}+\frac{qx}{K\ A\ m}+\frac{g}{hf\ Ai}\times\frac{q}{hi\ Ai}$$

$$=\frac{q}{Uo\ Ao}$$

ஆகவே, $\frac{1}{Uo}=\frac{1}{ho}\times\frac{X}{K}\frac{Ao}{Am}+\frac{Ao}{hf\ Ai}+\frac{Ao}{hi\ Ai}$

U. வெப்ப மாற்று எண்ணைக் குறிப்பதால், $\frac{1}{U}$ வெப்பத் தடையைக் குறிப்பதாகக் கொண்டால், வெப்பத்தின் மொத் தத்தடை ஒவ்வொரு படியிலும் உள்ள தடையின் கூட்டு மதிப்பு எனக் கொள்ளலாம்.

படியும் எண் (Condensing Coefficient)

மேலும், குளிரூட்டி குழாயின் மேற்பரப்பில் படிவது இரு வகைப்படும். மிகவும் சுத்தமான பரப்பின் மேல் படியும் நீர்மம் தனித்தனி திவலைகளாக உருண்டு ஓரளவு படியும் பரப்பை ஆவியின் நேரடித் தொடர்பில் இருக்குமாறு செய்யும். இவ் வகைப் படிதலில் படியும் எண் அதிகமாக இருக்கும். இது துளிகளாகப் படிவதாகும் (Dropwise Condensation). இன் னொரு வகையில் நீர்மம், படலமாகப் படியும் (Film Conden-

sation). இவ்வகையில், படியும் நீர்மம் பரப்பில் படலமாகப் படர்ந்து முழுப் பரப்பையும் மறைத்து விடும். இதில் படியும் எண் குறைவாகவே இருக்கும். ஏனெனில், வெப்ப மாற்றம் இப் படலம் வழியாகவே நிகழ வேண்டும். ஆனாலும், சுருக்கியின் செயல் இயல்பு (Performance Characteristics) படலப் படி தலையே ஆதாரமாகக் கொண்டு முடிவு செய்யப்படும்.

படியும் எண் கிடையான குழாய்க்கு:

$$= ho = 3.54\left(\frac{K^3 P^2 f\, gh fg}{N D \mu f \Delta t}\right)^{\frac{1}{4}}$$

$$\text{குத்து குழாய்க்கு} = ho = 4\text{-}6 \left(\frac{Kf^3 P^2 f\, ghfg}{L \mu^t \Delta t}\right)^{\frac{1}{4}}$$

$Kf =$ நீர்மத்தின் வெப்பக் கடத்தி எண்
= கிலோ காலரி—மீட்டர்/மணி/மீ²/°C.

$Pf =$ நீர்மத்தின் அடர்த்தி (Density)—கிலோ/மீ³

$g =$ புவிஈர்ப்பு முடுக்கம் மீ/மணி²

$hfg =$ ஆவியாகும் உள்ளுறை வெப்பம் கிலோகாலரி/கிலோ

$N =$ குத்து வரிசையொன்றில் குழாய்களின் எண்ணிக்கை

$D =$ குழாயின் விட்டம்—மீட்டர்

$\mu f =$ நீர்மத்தின் பாகியல் எண் (Viscosity) கிலோ/மீ, (மணி)

$\Delta t =$ வெப்பநிலை வேறுபாடு.

$L =$ குழாயின் நீளம்—மீட்டர்

இவ்விரு சமன் பாடுகளைக் கொண்டு தகுந்தபடியும் எண் கணக்கிடப்படும்.

குழாய்களின் பரப்பு செதிள்படிந்து சுத்தமின்றி இருந்தால், அசுத்த எண் (Fouling Factor) கொண்டு உரிய திருத்தம் செய்யப்பட வேண்டும். உரிய துணையேடுகளில் (Guides) இவ்வெண்ணைக் கண்டு உபயோகிக்க வேண்டும்.

நீர்ப்பக்க வெப்பமாற்று எண்—(Cofficient of heat trans fer-water Side): இது நஸ்ஸெல்ட் சமன்பாட்டிலிருந்து கணக்கிடப்படும்.

$$hi = G\frac{K}{D}\left(\frac{VDP}{\mu}\right)^{0\cdot 8}\left(\frac{Cp\mu}{k}\right)^{0\cdot 4}$$

$G =$ ஒரு மாறிலி (Constant) $\simeq$ 0·0054.

K = நீரின் வெபபம் கடத்தி எண்—கி: காலரி-மீட்டர்/மணி (1)மீ²/°C.

D = குழாயின் உள் விட்டம்—மீட்டர்

V = நீரின் சாரசரி வேகம் மீ/மணி

P = நீரின் அடர்த்தி கிலோ/ மீ³

Y = நீரின் பாகியல் எண் கிலோ/(மீ) (மணி)

C = நீரின் வெப்ப எண் (Specific heat)—கிலோகாலரி/கிலோ/°C.

மீச்சூடு நீக்கல் (Desuperheating): சுருக்கியின் ஒருபாகத்தில் சூடுபட்ட ஆவி தெவிட்டிய நிலைக்குக் குளிர்விக்கப்படும். அதன்பின்தான் நீர்மமாகப் படிய இயலும். இவ்வாறு மீச்சூட்டை நீக்கும் பகுதியில் நீர்மத்திற்குப் பதில் ஆவி இருப்பதால் வெப்ப மாற்று எண் குறைவாக இருக்கும். ஆயினும், வெப்பநிலை அதிகமாக இருப்பதால் இவ்விரண்டும் ஒன்றையொன்று சமம் செய்து கொள்ளும். ஆகவே, படியும் எண்ணையும், தெவிட்டிய வெப்ப நிலையையும் சுருக்கியின் முழு பாகத்திற்கும் உபயோகிக்க இயலும்.

குளிர்சாதனத்தினுள் காற்று போன்ற படியாப் பொருட்கள் நுழைந்தால், அவை இறுதியில் சுருக்கியினுள் சேர்ந்து விடும். இதனால் சுருக்கியில் அழுத்தம் அதிகரிக்கப்படும். இவை குழாய்களின் பரப்பில் ஒட்டிக் கொள்ளவதால் படியும் பரப்பளவைக் குறைக்கும். இதன் மூலம் அழுத்தம் அதிகரிக்கும். ஆகவே, இது சாதனத்தின் செயல் திறனைக் குறைக்கும். எனவே, கூடியவரை இவ்வாறான வெளிப்பொருள்கள் உள்ளே நுழையா வண்ணம் சாதனத்தைப் பாதுகாத்தல் அவசியம்.

விரிவு சாதனங்கள் (Expansion Devices): குளிர் சாதனங்களில் இறுக்கி, சுருக்கி ஆகிய பாகங்களுக்கு அடுத்ததாக உள்ள பாகம் விரிவு சாதனங்களாகும். நீர்ம வடிவில் அதிக அழுத்தத்தில் உள்ள குளிரூட்டியின் அழுத்தத்தைத் தகுந்த அளவு குறைக்கவும், அதைப் போதிய அளவு சீராகச் செலுத்தவும் இச் சாதனங்கள் தேவையாகும். இவற்றில் மிக அதிகமாகப் பயன்படுபவை:

(1) நுண்குழாய் (Capillary Tube)
(2) வெப்பநிலைப்படுத்தும் விரிவு வால்வு (Thermo Static Expansion Valve)
(3) சம அழுத்த விரிவு வால்வு (Constant Pressure Expansion Valve)
(4) மிதவை வால்வு (Float Valve) ஆகியவையாகும்.

நுண் குழாய்: 0·5 மில்லி மீட்டர் முதல் 2.0 மில்லி மீட்டர் வரை உட்பக்க விட்டமுடைய 50 செ. மீ. லிருந்து 500 செ. மீ. வரை நீள முடைய குழாய்கள் நுண் குழாயாகப் பயன்படும். அநேகமாகக் குறைந்த அளவுக் குளிர்சாதனங்களிலெல்லாம் இது பயன்படுகிறது . அதிக அழுத்தத்திலுள்ள நீர்ம வடிவக் குளிரூட்டி நுண்குழாயினுள் நுழைந்து அதன் வழியாகப்பாயும் போது குழாயோடு உராய்வது காரணமாகவும், அதன் வேகம் அதிகரிப்பது காரணமாகவும், அழுத்தம் குறையும். நீர்மத்தின் ஒரு பகுதி ஆவியாக மாறுகிறது. நுண்குழாயைப் பொறுத்துமுன் அதன் உள்விட்டம், நீளம் முதலியவற்றைக் கவனமாக முடிவு செய்து உரிய குழாயைத் தேர்ந்தெடுத்துப் பொருத்துதல் அவசியம். ஏனெனில், பொருத்தப்பட்ட பின் சாதனத்தில் ஏற்படும் அழுத்தங்கள், பளு ஆகியவற்றில் ஏற்படும் வேறுபாடுகளுக்கு ஏற்பத் தானகச் சரி செய்து கொள்ள இயலாது. இறுக்கியும், விரிவுசாதனமும் சேர்ந்து ஒரு குறிப்பிட்ட உட்கவர், நீங்கு நிலைகளுக்கு வர வேண்டும். இந்நிலையில் விரிவுசாதனம் ஆவியாக்கியினுள் செலுத்தும் குளிரூட்டியின் அளவும்; இறுக்கி ஆவியாக்கியினின்று இறுக்கும் அளவும் ஒன்ருக இருக்கும்: இவ்விரு அளவுகளில் ஏதேனும் வேறுபாடு இருந்தாலும் அது தற்காலிகமானதே.

ஆகவே, ஒரு குறிப்பிட்ட இறுக்கி—நுண்குழாய் சேர்க்கையின் சமன்பட்ட நிலையை அறிய இரு பாகங்களின் செயலும் வரைபடத்தில் குறிக்கப்படும். உள்ளீர்ப்பு அழுத்தம்; குளிரூட்டியின் அளவு ஆகியவற்றினிடையே வெவ்வேறு சுருங்கு வெப்ப நிலைகளில் வரைபடங்கள் வரையப்படும். இதில் இறுக்கியின் செயல் இயல்புகளும் நுண்குழாயின் செயல் இயல்புகளும் குறிக்கப்பட்டால், ஒரே சுருங்கு வெப்பநிலையின் இரு கோடுகளும் சந்திக்கும் இடம் சமன் பாட்டு நிலையைக் குறிக்கும். இது மட்டுமல்லாமல், ஆவியாக்கியின் வெப்பமாற்று இயல்புகளும் பொருத்தமாக அமைய வேண்டும். இது சரியாக அமையவில்லையென்ருலும், மேற் கூறப்பட்ட சமன்பாட்டு நிலையிலும், ஆவியாக்கியில் சமன்படா நிலைமையே இருக்கும். இந்நிலையில் ஆவியாக்கியில் குளிரூட்டி போதாமலோ அல்லது மிக அதிகமாகவோ இருக்கும்.

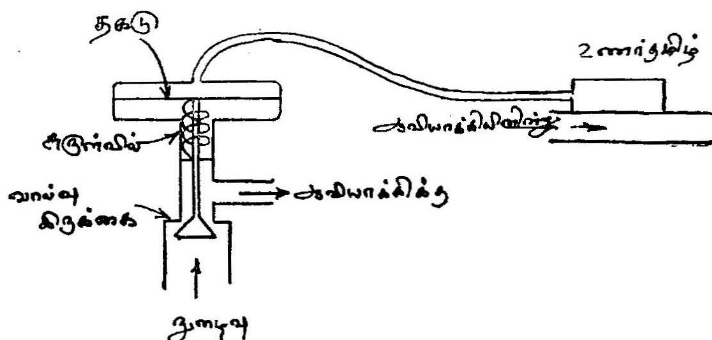
உட்கவர் அழுத்தம் அதிகமாகி, நுண் குழாய் உரிய அளவில் குளிரூட்டியைச் செலுத்தாமல் இருக்கும்போது ஆவியாக்கியில் குளிரூட்டி குறைவாகி விடும். ஆவியாக்கியில் அதிகமான வெப்பப்பளு ஏற்பட்டால் அது உள்ளீர்ப்பு

அழுத்தம், வெப்பநிலை ஆகியவற்றை அதிகமாக்கும். இந் நிலையில் இறுக்கி அதிக அளவில் குளிரூட்டியை இழுக்க இயலும், இது நுண்குழாய் செலுத்தும் அளவைவிட அதிக மாக இருப்பதால் ஆவியாக்கியில் குளிரூட்டியின் அளவு குறைந்து விடும். ஆனாலும், இது ஒரு முடிவின்றிக் குறைய இயலாது. சுருக்கியில் நீர்மம் தேங்குவது காரணமாகச் சுருங் கும் பரப்புக்குறைவதால் அழுத்தம் அதிகமாகும். இவ்வாறான அதிக அழுத்தத்தில் இறுக்கியின் செயலளவு குறைந்து நுண் குழாயில் பாயும் அளவு அதிகரித்து சமன்பாட்டு நிலையை அடையும். இதுபோலவே, ஆவியாக்கியில் பளு குறையும் போது எதிர்மாறான நிலை ஏற்பட்டு ஆவியாக்கியினுள் திரவ மாக நிறைந்து விடும். இந்நிலை ஏற்பட்டால் இறுக்கியினுள் நீர்மம் பாய்ந்து அதற்கு ஊறு விளைவிக்கும். ஆகவே, சாத னத்தில் அடைக்கப்படும் குளிரூட்டியின் அளவைக் குறைப் பதன் மூலம் இது நேரிடாமல் காக்க இயலும். குளிரூட்டியின் அளவு ஆவியாக்கியில் நீர்மம் நிறைந்திருந்தாலும், இறுக்கியி னுட் புகாத நிலையில் இருத்தல் அவசியம். இந்நிலையில் நுண் குழாயினுள் ஆவி நுழைந்து அதில் பாயும் அளவைக் குறைக் கும். ஆகவே, ஒரு புதிய சமநிலை ஏற்படும்.

நுண்குழாய் பொருத்தப்படும் போது அநேகமாக இது உள்ளீர்ப்புக் குழாயோடு சேர்த்து இணைக்கப்படும். ஆவி யாக்கியினின்று வரும் குளிர்ந்த உட்கவர் வாயு நுண்குழாயி னுள் நீர்மம் திடீரென்று ஆவியாதலைத் தடுக்கும்.

நுண் குழாயின் நன்மைகள் வருமாறு: சிக்கன மானவை. அசையும் பாகங்கள் எவையும் கிடையா. மிகவும் எளி தானது. சாதனம் இயங்காதபோது அழுத்த நிலைகள் சமன் பட உதவுகிறது. ஆகவே, இறுக்கியை இயக்கும் மின்பொறி குறைந்த தொடக்கத் திருப்புதிறனுடையதாக இருக்கலாம். ஆயினும், நுண்குழாய் சாதனம் செயற்படும் நிலைகளின் வேறு பாட்டிற்குத் தானாகச் சரிசெய்ய இயலாது வெளிப் பொருள்கள் நுழைந்து அடைத்துக் கொள்ள முடியும். மேலும், குளிரூட்டி யின் அளவு மிகக் கவனமாகச் செலுத்தப்பட வேண்டும். இது ஒரு குறிப்பிட்ட நிலைகளுக்காகத் திட்டமிட்டு அமைக்கப் படுவது. எனவே, இந்நிலைகளில் வேறுபாடு எதுவும் ஏற்பட் டால் செயல் திறன் குறைந்து விடும். ஆகவே, குளிரூட்டிக் கசிவு ஏற்படுவதற்கு வாய்ப்பு இல்லாத முழுவதும் மூடப்பட்ட இறுக்கி(Hermetically Sealed Compressor)யை உடைய சாதனத் தில் நன்றாகப் பயன்படும்.

நுண்குழாயின் நீளத்தைக் கணக்கிட முதலில் அதன் உள் விட்டம் பாயும் எடை அளவு, அழுத்த நிலைகள் ஆகியவை முதலில் முடிவு செய்யப்படும். பின் ஒரு சிறிதளவு அழுத்தக் குறைவைக் கருத்திற் கொண்டு, சம மொத்த வெப்பம் விரிவடைவதாகக் கொண்டு, நீர்மத்தின் தன்மை (Quality) நிறைய லகுபருமம், பாகியல் எண்; இறுதியில் அதன்வேகம் ஆகியவை கணக்கிடப்படும். பின் இம் முடுக்கத்தால் (acceleration) விளையும் அழுத்த வேறுபாடு கண்டுபிடிக்கப் படும். இவ்வழுத்த வேறுபாட்டை, முதலில் எடுத்துக் கொண்ட வேறுபாட்டினின்றும் கழித்து உராய்வின் மூலம் ஏற்படும் அழுத்தக் குறைவைக் கணக்கிடலாம். குளிரூட்டியின் தன்மைகளிலிருந்து இந்த அளவு உராய்வின் மூலம் அழுத்தக்குறைவை ஏற்படுத்தத் தேவையான குழாயின் நீளத்தைக் கணக்கிடலாம். இம் முறையில், மொத்த அழுத்த வேறுபாட்டினை அடையும் வரை மீண்டும் முயன்றுவரும் நீளங்களின் மொத்தத்தைக் குழாயின் நீளமாகக் கொள்ள வேண்டும். இவ்வாறு கொள்ளப்பட்ட

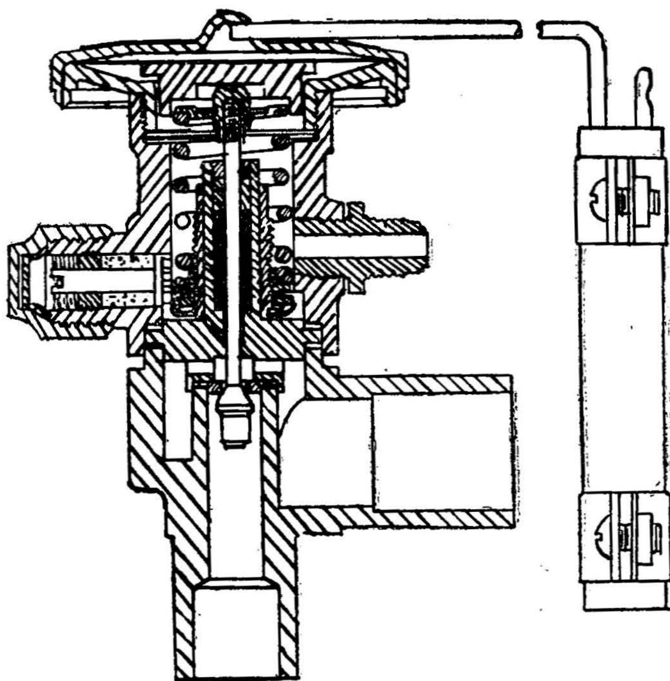


படம் 110

நீளத்தைக் கொண்டு மேலும் சோதனைகள் நடத்தி உரிய அளவு முடிவு செய்யப்படும்.

வெப்பநிலைப் படுத்தும் விரிவு வால்வு (Thermostatic Expansion Valve). இது ஆவியாக்கியில் ஆவியாகும் குளிரூட்டியின் அளவிற்கேற்றவாறு திரவத்தைச் செலுத்தப் பயன்படுகிறது. ஆவியாக்கியினின்றும் வெளியேறும் ஆவியின் மீச்சூட்டைப் பொறுத்து இவ்வால்வு இயங்குகிறது. இது இயங்கும் விதத்தைப் படத்தில் காணலாம். ஆவியாக்கியினின்று வெளிவரும் குழாயின் மேற்பரப்பில் இணைக்கப்பட்டுள்ள

உணர் குமிழில் (Feeler bulb) உள்ள நீர்மம் குளிரூட்டியின் வெப்பநிலைக்கேற்ப மாற்றமடைந்து அதன் அழுத்தம் வால்விலுள்ள தகட்டில் (Diaphragm) அழுத்தும். சுருள் வில்லின் (Spring) விசையினால் வால்வு மூடியே இருக்கும். தகட்டில் ஏற்படும் அழுத்தத்தினால் வால்வு கீழே தள்ளப்பட்டு, குளிரூட்டி வால்வு வழியே பாய இயலும். தகட்டின் கீழ்ப்பக்கம் சுருள் வில்லின் விசையும் ஆவியாக்கியின் அழுத்தத்தினால் உள்ள விசையும் செயற்படும். தகட்டின் மேற்பக்கம் உணர்குமிழ்; அதை இணைக்கும் குழாய் ஆகியவற்றில் உள்ள தெவிட்டிய நிலையிலுள்ள நீர்மத்தின் அழுத்தம் செயற்படும். வால்வு திறக்க வேண்டுமானால் மேற்பக்க விசை அதிகமாக இருக்க வேண்டும். உணர்குமிழிலும் சாதனத்தின் குளிரூட்டியே



படம் 111
விரிவு வால்வு.

ஓரளவு ஆவியாகவும், மீதி திரவமாகவும் இருக்கும். எனவே, மேற்பக்கம் அழுத்தம் அதிகமாக இருக்கவேண்டுமானால் ஆவியில் ஆவி, மிகைச் சூடுபட்டிருக்க வேண்டும். இவ்வகை வால்வு

ஆவியாக்கியிலிருந்து. ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு குளிரூட்டி மீச்சூடுபட்ட நிலையில் வெளிவருமாறு செய்யும். குளிரூட்டியின் அளவு குறையுமானால் ஆவியாக்கியில் வெளியேற்றப்படும் வெப்பத்தில் மீச்சூடு அதிகரித்து அதன்மூலம் வால்வு மேலும் திறந்து அதிக அளவு குளிரூட்டி பாய இயலும். இதேபோல், குளிரூட்டியின் அளவு அதிகமானால், மீச்சூடு குறைவதன் மூலம் உணர்குமிழில் அழுத்தம் குறைந்து, வால்வு மேலும் மூடி குளிரூட்டி பாயும் அளவு குறைக்கப்படும். இவ்வாறு ஆவியாக்கியில் உண்டாகும் வெப்பநிலைக் கேற்றவாறு தானாகவே இயங்கி வெப்ப நிலையைச் சீராக வைக்க உதவுவதால், இவை வெப்பநிலைப் படுத்தும் விரிவு வால்வுகள் எனப்படும். நடுத்தரமான குளிர் சாதனங்களில் மிக அதிக அளவில் பயன்படுகிறது.

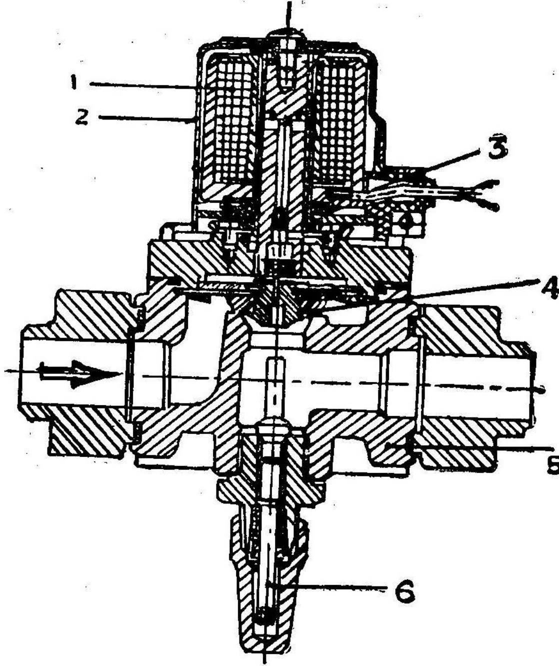
சம அழுத்த விரிவு வால்வு (Constant Pressure Expansion Valve): வால்விலிருந்து வெளியேறும் குளிரூட்டி சம அழுத்தத்தில் இருக்குமாறு இது இயங்கும். ஆவியாக்கியின் அழுத்தம் இவ் வால்விலுள்ள தகட்டின் ஒரு புறம் செயற்படும். இவ்வழுத்தம் அதிகமானால் வால்வு மூடப்பட்டு அழுத்தத்தைக் குறையச் செய்யும். இது போல, ஆவியாக்கியில் அழுத்தம் குறைந்தால் வால்வு திறந்து போதிய குளிரூட்டி பாய்ந்து அழுத்தம் அதிகமாகும். வால்வினின்று வெளிவரும் குளிரூட்டியின் அழுத்தம் ஆவியாக்கியில் உள்ள குளிரூட்டியின் அழுத்தம் இரண்டும் சமம். எனவே; ஆவியாக்கியில் குறிப்பிட்ட அழுத்தத்தை உண்டாக்க இவ்வகை வால்வுகள் பயன்படும். ஆயினும், ஆவியாக்கியில் ஏற்படுகின்ற குளிர்விளைவுகளுக் கேற்றபடி இது ஓட்டத்தைச் சரிசெய்ய இயலாது. ஆவியாக்கியில் குளிர் விளைவு குறைந்தால் அல்லது சாதனத்தில் பளு குறைந்தால் உட்கவர் அழுத்தமும், வெப்பநிலையும் குறையும். ஆனால், வால்வு இவ்வழுத்தக் குறைவை எதிர்த்து மேலும் திறக்கும். இந் நிலையில் ஆவியாக்கியில் குளிரூட்டியின் அளவு அதிகமாகித் திரவக் குளிரூட்டி நிறைந்து விடும். குளிரூட்டியின் அளவு மிக அதிகமாகி நீர்ம வடிவில் இறுக்கியை அடைய நேரலாம். எனவே, சாதனத்தில் அடைக்கப்படும் குளிரூட்டியின் அளவு சரியானதாக இருக்க வேண்டியது அவசியமாகும். இவ்வகை வால்வு 'ஈரநிலைக்—கட்டுப்படுத்த அல்லது நீர்க் குளிர் சாதனத்தில் நீர் உறைவதைத் தவிர்க்க ஆவியாக்கியில் வெப்பநிலையை குறிப்பிட்ட அளவில் வைக்க உதவுகிறது. 10 டன்னுக்கும் குறைவான அளவுள்ள சாதனங்களில் பயன்படும்.

மிதவை வால்வு (Float Valve): அதிக அழுத்த அல்லது குறைந்த அழுத்தத் திரவத்தின் மட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்த இது பயன்படும். இஃது உயர்ந்த அழுத்த பக்க (High Side) அல்லது தாழ்ந்த அழுத்தபக்க(Low Side)என இரு வகைப்படும்.

உயர்ந்த அழுத்த பக்க மிதவை வகையில் மிதவை ஒரு நீர்மக் கொள்கலனில் வைக்கப்படும். இத் திரவக் கொள்கலன் அதிக அழுத்த நீர்மக் குளிரூட்டியைச் சுருக்கியினின்று சேர்த்து வைக்கும். இக் கலனிலிருந்து குறைந்த அழுத்தத்திற்கு விரிவாக்கப்பட்டு குளிரூட்டி ஆவியாக்கியினுட் செலுத்தப்படும். கலனில் குறிப்பிட்ட அளவு மட்டத்தை ஏற்படுத்த மிதவை உதவும். நீர்ம பட்டம் குறிப்பிட்ட அளவிற்கு மேல் அதிகமானல் மிதவையின் உதவியால் வால்வு திறந்து குளிரூட்டி ஆவியாக்கியினுட் பாயும்.

தாழ்ந்த அழுத்தப் பக்க மிதவை வால்வு ஆவியாக்கியில் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு நீர்ம மட்டத்தை ஏற்படுத்த உதவும். நீர்ம மட்டம் குறைய நேர்ந்தால் வால்வு முழுவதும் திறக்கவும், அது ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையை அடைந்தவுடன் முழுவதும் மூடவும் ஏற்றவாறு மிதவை பொருத்தப்படும். இவ்வாறு ஆவியாக்கியில் ஒரு குறிப்பிட்ட மட்டத்தை ஏற்படுத்தும் இவ் வால்வினல் இறுக்கி, ஆவியாக்கி இவற்றிடையே ஒரு சமநிலை ஏற்படுத்த இயலும். குளிர்ப்பளு (Refrigeration Load) அதிகமாக நேர்ந்தால் ஆவியாக்கியில் வெப்பநிலையும், அழுத்தமும் அதிகரித்து அதனல் இறுக்கியினின்று உந்தப்படும் குளிரூட்டியின் அளவும் அதிகமாகும். இதனல் வால்வு மேலும் திறந்து சமநிலை ஏற்படுத்தும் குளிர்ப்பளு குறைய நேர்ந்தால் உள்ளீர்ப்பு அழுத்தம் குறைந்து திரவமட்டம் அதிகமாகி அதன் மூலம் வால்வு மேலும் மூடும். இதன் மூலம் சமநிலை பெறப்படும். இவ்வகை வால்வுகள் வரிச்சுருள் (Solenoid) அல்லது காந்த (Mangetic) நிறுத்து வால்வு (Stop Valve) களோடு சேர்த்துப் பெரிய அளவு குளிர் சாதனங்களில் பயன்படுகின்றன. வரிச்சுருள் நிறுத்து வால்வு, குளிரூட்டியின் அளவைக் கட்டுப்படுத்த இயலாது. அது பாய அனுமதிக்க, அல்லது பாய்வதை நிறுத்தப் பயன்படும். இரண்டே நிலைகளில்—முழுவதும் மூடிய, அல்லது முழுவதும் திறந்த நிலையில்—செயற்படும் இவ்வகை வால்வில் வரிச்சுருள் ஆற்றல் பெருத போது (Not energized) அதிலுள்ள ஊசி,துவாரத்தை (Orifice) மூடச்செய்து குளிரூட்டி பாய்வதைத் தடுக்கும். வரிச் சுருள் ஆற்றல் பெறும்போது ஊசி சுருளினுள் இழுக்கப்பட்டு துவா

ரத்தைத் திறந்து விடும். இவை திரவ ஓட்டத்தை நிறுத்த, நீர்மக் குழாய்களில் சுருக்கி (அல்லது கொள்கலன்) ஆவி



படம் 112
வரிச்சுருள் வால்வு

1. மின் சுற்று (Coil)
2. மேற்பாகம்
3. மின் கம்பி இணைப்பு
4. வால்வு பீடம்
5. வால்வு உடற்பகுதி
6. கைக்கட்டுப்பாடு (Manual Control)

யாக்கி இவற்றினிடையே பொருத்தப்படும். இறுக்கி செயற்படும்போது மட்டும் வரிச்சுருள் ஆற்றல் பெற்று குளிரூட்டிய அனுமதிக்கும். இறுக்கி செயற்படாத போது குளிரூட்டி ஆவியாக்கியினுள் பாய்வதை இது தடுக்கும்.

சில சாதனங்களில் காந்த நிறுத்து வால்வு குளிர் அறையில் நிறுவப்பட்ட வெப்பநிலைக் காப்பான் (Thermostat) மூலம் கட்டுப்படுத்தப்படும். உரிய வெப்பநிலை அடைந்தவுடன் இது இயங்கி நிறுத்து வால்வை இயக்கிக் குளிரூட்டி பாய்வதைத்

தடுக்கும். பின் ஆவியாக்கியில் அழுத்தம் குறைவதால் குறைந்த அழுத்த சுவிட்சு (Low Pressure Switch) இறுக்கியை நிறுத்தும். மேலும், ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட ஆவியாக்கிகள் ஒரே இறுக்கியோடு இணைக்கப் பட்டால் ஒவ்வோர் ஆவியாக்கியையும் தனித்தனியாகக் கட்டுப்பத்த காந்த நிறுத்து வால்வுகள் பயன்படும். இவை தனித்தனியாக ஒவ்வோர் ஆவியாக்கினுட் பாயும் குளிரூட்டியைக் கட்டுப்படுத்தும்.

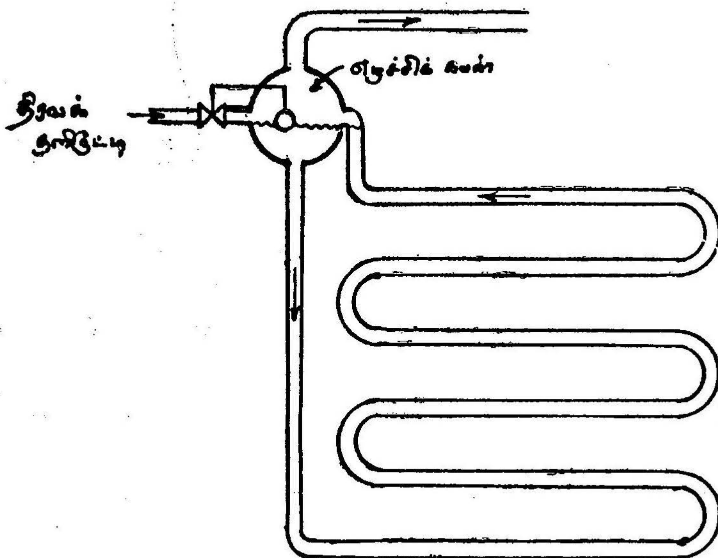
ஆவியாக்கிகள் (Evaporators): ஆவியாக மாறுகின்ற குளிரூட்டிக்குத் தேவையான உள்ளுறை வெப்பத்தைச் சுற்றுப்புறங்களிலிருந்து கவர்ந்து சுற்றுப்புறத்தைக் குளிர்விக்கச் செய்யும் வெப்பமாற்றியாக இவை பயன்படுகின்றன. குளிர் சாதனத்தின் வெப்பம் நீக்கும் செயலைச் செய்வது ஆவியாக்கியே. காற்று அல்லது நீர் அல்லது மற்ற எந்தப் பொருளாயினும் குளிர்விக்கப்பட ஆவியாக்கியோடு வைக்கப்பட்டு வெப்ப மாற்றம் நிகழ ஏற்பாடு செய்யப்படும்.

ஆவியாக்கி செய்யப்படும் முறை, அதனின்று வெப்ப மாற்றம் நிகழும் வகை இவற்றைப் பொறுத்து பலவகைப்படும். குளிர்விக்கப்படும் பொருள் (காற்று, நீர் முதலியன) ஆவியாக்கியின் வழியாகச் செலுத்தப்படும் முறையால் விசைச் சலனம் (Forced convection) இயற்கைச் சலனம் (Natural convection) என இருவகைப்படும். விசிறி, பம்பு போன்ற பொறிகளினைக் கொண்டு ஊடகம் ஆவியாக்கியின் மூலம் செலுத்தப்பட்டால் விசைச் சலனம் என்றும், ஊடகம் குளிர்விக்கப்படும்போது வெப்பநிலை மாற்றம் ஏற்பட்டு அதன்மூலம் ஏற்பட்ட செறிவு (Density) மாற்றத்தினால் தானாகவே ஏற்படுவது இயற்கைச் சலனம் என்றும் கூறப்படும்.

இயற்கைச் சலன ஆவியாக்கியின் குழாய் சுற்றுகள் குளிர்விக்கப்படும் அறையின் கூறையில் அல்லது சுவர்களின் மேற்பாகத்தில் பொருத்தப்படும். குளிர்விக்கப்படும் காற்று அதிகச் செறிவினால் கீழ்நோக்கிச் செல்லும். கீழேயுள்ள செறிவு குறைந்த காற்று மேலே சென்று குளிர்விக்கப்படும். ஆவியாக்கி குழாய்களினுள் அமைந்த குளிரூட்டி கொதித்து காற்றிலிருந்து உள்ளுறை வெப்பத்தைக் கவர்ந்து ஆவியாகும். இவ்வகையில் ஆவியாக்கியைப் பேணுகின்ற செலவு குறைவாகும். நீண்ட காலத்திற்குச் சீராக இயங்கும் ஆயினும், அதன் குறைந்த அளவு வெப்பமாற்று எண் அதிலுள்ள ஒரு குறையாகும். ஆகவே, விசைச் சலன சுற்றுகளைவிட அதிக அளவு

பரப்பளவும், அதனால் அதிகமாகின்ற உள்கன அளவிற் கேற்றவாறு அதிக அளவு குளிரூட்டியும் தேவைப்படும். இக் குறைகளைப் போக்க ஊது கருவிகள் (Blowers) பொருத்தப் பட்ட ஆவியாக்கிகள் பயன்படுகின்றன. காற்று ஆவியாக்கியின் குழாய்கள் மேல் வேகமாக ஊதப்படுவதால் வெப்பமாற்று எண் அதிகமாகும். இவ்வகை விசைச் சலன ஆவியாக்கியும் தேவைக்கேற்றவாறு பயன்படும்.

நீர்மம் நிறைந்த (Flooded) ஆவியாக்கி: இவ்வகையில் ஒன்றை (படம் 113)-ல் காணலாம். இதில் நீர்மம் மிதவை

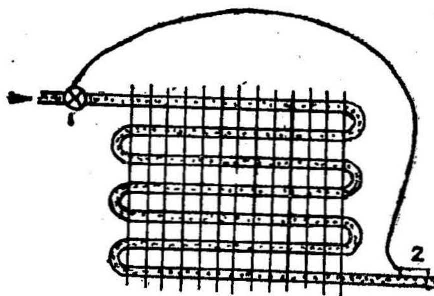


படம் 113
ஆவியாக்கி திரவம் நிறைந்தவகை
(Evaporator — Flooded type)

வால்வு ஒன்றின் வழி ஆவியாகிக் குழாயினுள் வருகிறது. வெளிப்பக்கத்திலிருந்து வெப்பம் உள்வரும்போது நீர்மம் கொதித்து ஆவி-திரவக் கலவை மேல்நோக்கிச் சென்று எழுச்சிக் கலனில் (surge drum) வந்து சேரும். இதிலிருந்து குளிரூட்டி ஆவி மட்டும் உட்கவர் குழாய் வழி இறுக்கியைச் சென்றடையும். இக் கலனில் ஆவியும், நீர்மமும் வெவ்வேறாகப் பிரிக்கப்படும். குழாய்களில் நீர்மம் நிறைந்திருப்பதால் வெப்ப

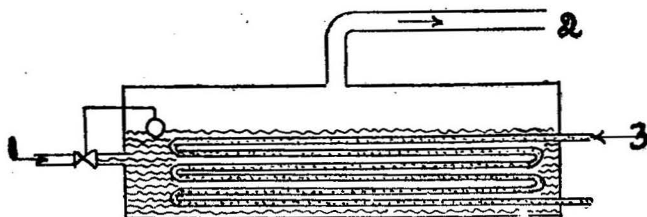
மாற்றம் நன்ருக நடைபெறும். ஆயினும், குளிரூட்டியோடு வருகின்ற உயவெண்ணெய் ஆவியாக்கியினுள் தங்கிவிடும். எனவே, எண்ணெயைப் பிரித்தெடுக்க ஒரு சாதனம் இறுக்கியின் நீங்கு குழாயில் (discharge line) அமைக்கப்படுவது அவசியமாகும்.

மற்ருெருவகை ஆவியாக்கியில், குளிரூட்டி உருளை வடிவக் கூட்டினுள் நீர்மமாகச் செலுத்தப்படும். கூட்டின் மேற்பாகத்



படம் 114
நேர் விரிவு ஆவியாக்கி
1. விரிவு வால்வு 2. உணர்குமிழ்

திலிருந்து ஆவி இறுக்கியை நோக்கி இழுக்கப்படும் (படம் 115). குளிர்விக்கப்படும் நீர்மத்தைக் குளிரூட்டியினுள் அமிழ்ந்திருக்கும் குழாய்கள் வழிச் செலுத்தி அதிலுள்ள வெப்பத்தைக் கவரச் செய்யலாம். இவ்வகை நீர்மக் குளிர்ப்பான் (Liquid chiller) எனப்படும்.



படம் 115
குழாய்—கூடுவகை நீர்மக் குளிர்ப்பான்
கூட்டில் குளிரூட்டி வாயு இருக்கும்
1. திரவம்; 2. குளிரூட்டி வாயு; 3. குளிர்விக்கப்படும் திரவம்.

நேர் விரிவு சுற்று (Direct expansion coil) : இதில் குளிரூட்டி ஒரு வெப்பநிலைப்படுத்தும் விரிவு வால்வு வழிச் செலுத்தப்

படும் (படம் 114). காற்று குழாய்களின் வெளிப்பாகத்தில் ஊதப்படும். குழாய்கள் மேல் தகடுகள் (Fins) பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இவ்வகை, ஆவியாக்கி, காற்றுச் சீராக்கிகளில் பொருத்தப்படும்.

குளிரூட்டியின் அழுத்தம் குழாய்கள் வழிப் பாயும்போது, குறையும். ஓரளவு அழுத்தக் குறைவு வேகத்தை அதிகரிக்கவும், வெப்ப மாற்றத்தை அதிகரிக்கவும் பயன்படும். ஆனாலும், அதிக அளவு அழுத்தக் குறைவு சாதனத்தின் செயற்கெழுவைப் பாதிக்கும்.

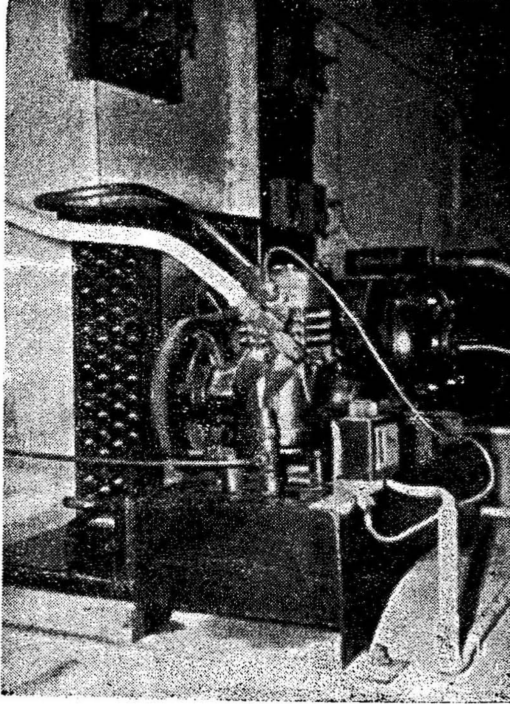
பனி மூடுதல் (Frosting) ஆவியாக்கியின் மேற்பரப்பின் வெப்பநிலை நீரின் உறைநிலைக்குக் குறைவாக இருக்கும்போது காற்றிலுள்ள நீரை மேற்பரப்பில் உறையச் செய்துவிடும். இதனால், கனமான உறை பனிப்படலம் (Frost layer) குழாய்கள் மேல் படியும். இப்படலங்கள் வெப்பம் கடத்துவதை மிகவும் பாதிக்கும். மேலும் விசைச் சலன ஆவியாக்கியில் காற்று செல்லுகின்ற பாதையைக் குறைப்பதால், காற்றின் அளவையும் குறைத்துவிடும். ஆகவே, வெப்பமாற்று எண் மிகவும் குறைந்து சாதனம் செயற்படுவதைப் பாதிக்கும்.

இவ்வாறு படரும் பனியை நீக்கப் பல வழிகள் கையாளப் படுகின்றன. அறையின் வெப்பநிலை போதுமானதாக இருந்தால், இறுக்கியை நிறுத்துவதன் மூலம் பனியை நீக்க முடியும். வெந்நீர், காற்று, மின்தடைகள் ஆகியவை கொண்டு சூடுபடுத்துவதன் மூலமும் பனியை நீக்க முடியும். இறுக்கியினின்று வெளிவரும் சூடான வாயுவை ஆவியாக்கியினுள் பாயச் செய்யத் தகுந்த மாற்று வழி (by pass) வால்வுகள் பொருத்தப் படும். இதன் மூலம் ஆவியாக்கியில் வெப்பநிலையை அதிகரித்துப் பனியை நீக்கலாம்.

அறையின் வெப்பநிலை உறைநிலைக்கு மிகவும் குறைவானதாக இருந்தால், காற்றை முதலில் வேறோர் அறையினுட் செலுத்தி அங்கு ஓரளவு குளிர்வித்து, நீரைப் பிரித்த பின் தலைமைக் குளிர் அறையினுட் செலுத்தலாம். இதன்மூலம் அறையின் ஆவியாக்கிக் குழாய்களில் உறைபனி படர்வதைக் குறைக்க இயலும்.

இதுவரைக் குளிர் சாதனத்தின் வெவ்வேறு பாகங்கள் தனித்தனியாக இயங்குவது பற்றிக் கூறப்பட்டது. இப் பாகங்கள் ஒன்றோடொன்று இணைக்கப்படும்போது அவற்றின் தனித்

தனி இயல்புகளைவிட, ஒன்று சேர்ந்து மொத்தமாகச் சாதனத்தின் இயல்பை முடிவு செய்யும் விதம் பற்றி இனிக் கூறப்படும். இதற்காக ஒவ்வொன்றின் தனித்தனி இயல்புகளும் ஒன்று

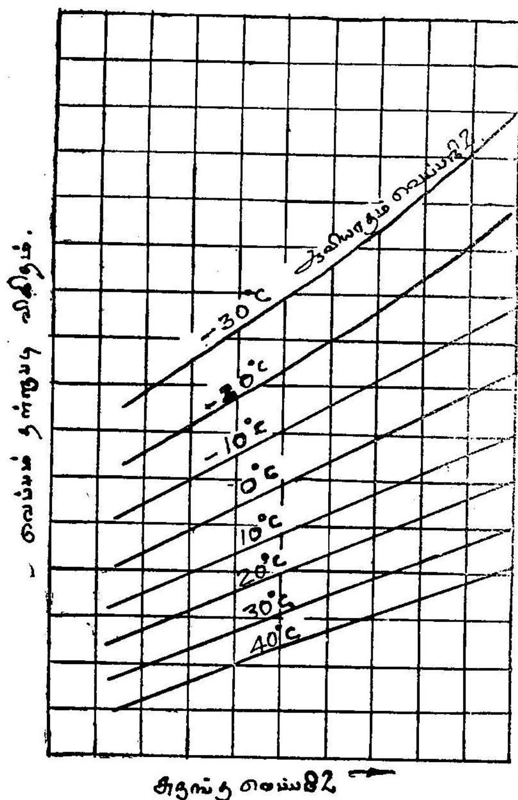


படம் 116
சுருக்குச் சாதனம் (Condensing unit)

சேர்க்கப்படும். இப் பாகங்கள் இயங்கும்விதம் ஒன்றையொன்று தழுவியே அமையும். ஏற்கெனவே கூறியபடி சுருக்கியின் உள் நுழையும் நீரின் வெப்பநிலை மாறுபட்டால் மற்றப் பாகங்களின் இயங்கு நிலையும் மாறுபடும்.

ஒரு குறிப்பிட்ட சுருங்கு வெப்பநிலையில் ஆவியாக்கியின் வெப்பநிலை அதிகமானால், குளிர்விளைவும் அதிகமாகும். ஒரு குறிப்பிட்ட உட்கவர் வெப்பநிலையில் சுருங்கு வெப்பநிலை குறைந்தால், குளிர் அளவு அதிகமாகும். இவ்வாறு வெவ்வேறு சுருங்கும் வெப்பநிலைகளில் உட்கவர் வெப்பநிலைக்கும், செயல் அளவிற்குமிடையே இயல்புக் கோடுகள் (characteristic

Curves) வரையப்படும். இதுபோல சுருக்கியின் இயல்பும், ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு நீர் பாயும்போது வெவ்வேறு ஆவியாக்கும் வெப்ப நிலைகளில் சாதனத்தின் குளிர்விளைவு குறிக்கப்படும். நீரின் பல வெப்பநிலைக்கு ஏற்றவாறு உரிய இயல்புக் கோடுகள் வரையப்படும்.



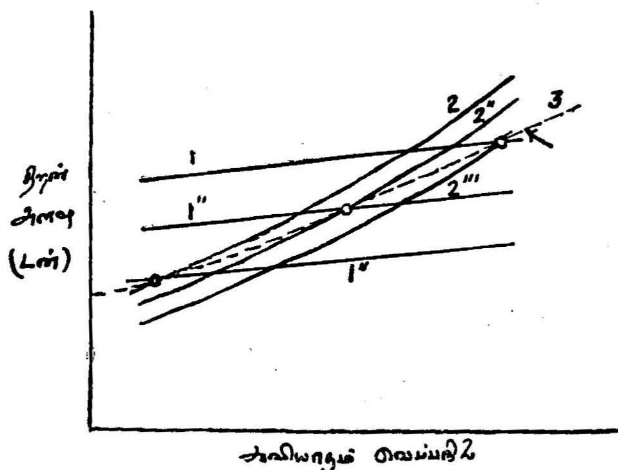
படம் 117

தள்ளப்படும் வெப்பம், குளிர்விளைவு ஆகியவற்றின் விகிதம்

(ஃப்ரீயான் 12, 22)

விரிவு சாதனத்தின் இயல்புகளும், குளிர்சாதனத்தின் செயலை மாற்ற இயலும். எனினும், விரிவு வால்வு சாதனத்தில் சமநிலையை ஏற்படுத்தும் அளவில் குளிரூட்டியைச் செலுத்துவதாகக் கொண்டு மொத்த இயல்பு கணக்கிடப்படும்.

இம் முறையில் கணிப்பு எளிதாக்கப்படும். மிதவை வால்வோ, வெப்பநிலைக் கட்டுப்படுத்தும் விரிவு வால்வோ, இந்நிலையை ஏற்படுத்த இயலும்.



படம் 118

1, 1′, 1″—சுருக்கியின் இயக்க இயல்புக் கோடுகள்

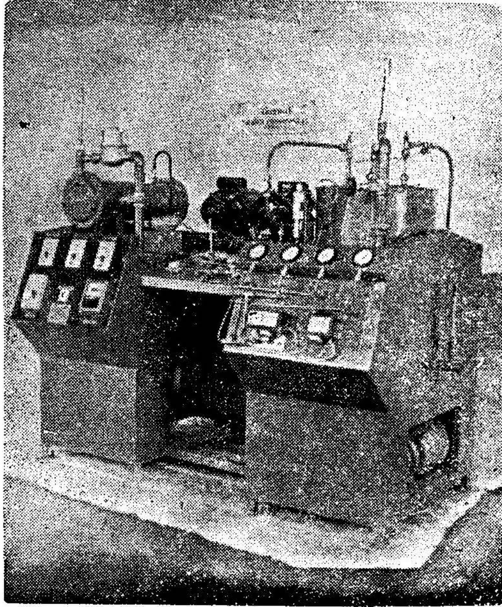
2, 2′, 2″—இறுக்கியின் இயக்க இயல்புக் கோடுகள்

3—சுருக்கு சாதனத்தின் இயல்புக் கோடு.

இதோடு, ஆவியாக்கியின் விவரங்களும் சேர்க்கப்படும். ஆவியாக்கியின் வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளில், அதன் மூலம் பாயும் ஊடகத்தின் (நீர் அல்லது காற்று) வெப்பநிலைக்கேற்ப குளிர்விளைவு குறிக்கப்படும்.

அடுத்ததாக இறுக்கி—சுருக்கி ஆகிய இரு பாகங்களும் சேர்ந்து சுருக்கு சாதனம் (Condensing unit) எனப்படும் பாகத்தின் மொத்த இயல்புகள் முடிவு செய்யப்படும். ஆவியாகும் வெப்பநிலைக் கேற்ப இறுக்கி, சுருக்கி ஆகியவற்றின் இயல்புக் கோடுகள் (ஏற்கெனவே முடிவு செய்யப்பட்டவை) ஒரே படத்தில் ஒன்றன்மேல் ஒன்றாக வைக்கப்பட்டு குறிப்பிட்ட சுருங்கு வெப்பநிலையில் பொதுவாகக் கிடைக்கும் நிலைகள் குறிக்கப்படும் (படம் 118). இதில் நீரின் அளவும், உள்நுழையும் வெப்பநிலையும், இறுக்கியின் வேகமும் மாறுமலிருப்பதாகக் கொள்ளப்படும். இப் பொதுவான நிலைப்புள்ளிகளை இணைக்கும் கோடு சுருங்கு சாதனத்தின் இயங்கும் இயல்புக் கோடா

குப். இக் கோடு, ஆவியாக்கியின் வெப்பநிலை வேறுபாட்டிற்கேற்ப சாதனத்தின் குளிர்விளைவு மாறுபடுவதைக் குறிக்கும், இவ்வாறு இறுக்கி—சுருக்கி ஆகியவற்றின் ஒருமித்த இயல்பை முடிவு செய்தபின் ஆவியாக்கியின் இயல்பு கருதப்படும். சுருக்கு சாதனம்—ஆவியாக்கி இவற்றிடையே சமநிலை ஏற்படவேண்



படம் 119
குளிர்சாதனத்தின் இயல்பையறியப் பயன்படும் ஆய்வுச் சாதனம்
(நன்றி: தெர்மெக்.)

டும். ஆவியாக்கியின் இயல்புக் கோடுகள் அதன் வெப்பநிலைக்கும், குளிர்விளைவுக்குமிடையே வெவ்வேறு ஊடக வெப்பநிலைகளில் வரையப்படும். இவற்றைச் சுருக்கு சாதனத்தின் இயல்புக் கோட்டுடன் ஒன்றின்மேல் ஒன்றாக வைத்து இரண்டிற்கும் பொதுவான நிலையைக் குறித்தால் அதுவே சாதனத்தின் ஆவியாகும் வெப்ப நிலையையும் குளிர்விளைவையும் குறிக்கும். இந்நிலை, இறுக்கியின் ஒரு குறிப்பிட்ட வேகத்தில், சுருக்கியில் நுழையும் நீரின் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில், நீரின் அளவில் ஆவியாக்கியில் செல்லும் ஊடகத்தின் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் சாதனத்தின் ஆவியாக்கியின் வெப்பநிலையையும், குளிர்விளைவையும் குறிக்கும். இவ்வாறு குளிர்சாதனத்தின் இயங்கும் இயல்புகள் கணிக்கப்படும்.

இதுவரை குளிர்சாதனங்களின் முக்கிய பாகங்களையும், அவை இயங்குவதையும் பற்றிக் கூறப்பட்டது. இனி இப் பாகங்களை இணைக்கும் குழாய்களையும், வேறு சில துணை இணைப்புகளையும் (auxiliary fittings) பற்றிக் கூறப்படும்.

குழாய்கள்: வெவ்வேறு பாகங்களில் பாயும் குளிரூட்டியின் எடை சமமாக இருந்தாலும் அதன் நிலை (phase), செறிவு முதலியவை வேறுபடும். உதாரணமாக சுருக்கி, விரிவு வால்விற்கிடையே அதிக அழுத்தத்தில் நீர்மநிலையில் உள்ள குளிரூட்டி ஆவியாக்கி, இறுக்கியினிடையே குறைந்த அழுத்தத்தில் ஆவி வடிவில் இருக்கும். ஆகவே, வெப்ப மாற்றம் உராய்வு, குழாய்களின் விலை இவற்றைக் கருதி வெவ்வேறு பாகங்களில் உரிய அளவுக் குழாய்கள் பயன்படுத்தப்படும். மேலும் இறுக்கியினின்று குளிரூட்டியோடு செல்லும் உயவெண்ணெய் மீண்டும் இறுக்கியைச் சேரவும் வழியிருக்க வேண்டும். முக்கியமாகக் குழாய்கள் அரிப்பினால் பாதிக்கப்படாமலும், குளிரூட்டியோடு எதிர்வினையுருமலும் (react) இருக்க வேண்டும்.

ஃப்ரீயான் குளிர்சாதனங்களில் தாமிரக் குழாய்கள் பயன்படுகின்றன. ஆனால், தாமிரம் மற்றும் அதன் கலவைகள். அம்மோனியாச் சாதனங்களில் பயன்படுத்தக்கூடாது. அம்மோனியாச் சாதனங்களில் எஃகு, தேனிரும்பு, வார்ப்பிரும்புக் குழாய்கள் முதலியன பயன்படும். உரிய உலோகத்தை முடிவு செய்தபின் குழாய்களின் அளவை முடிவு செய்ய, குழாயினுள் வரும் அழுத்தம், ஏற்படும் அழுத்தக் குறைவு, வேகம் ஆகியவற்றைக் கணக்கிட வேண்டும். அளவு மிகவும் சிறியதாக இருப்பின் உராய்வினால் ஏற்படும் இழப்பு அதிகமாகி, அதிக வேகத்தினால் ஏற்படும் ஓசையும் அதிகமாக இருக்கும். குழாயின் அளவு மிகவும் அதிகமாக இருந்தாலும் சாதனத்தின் விலை அதிகமாகும். எண்ணெய் திருப்ப இறுக்கியை வந்தடைவதும் கடினமாக இருக்கும். குளிரூட்டியின் நிலை, அழுத்தக் குறைவு, செலுத்தப்படும் அளவு ஆகியவற்றைக் கொண்டு தகுந்த வேகத்தைக் கணக்கிட்டுக் குழாயின் உரிய அளவை முடிவு செய்தல் வேண்டும்.

இரும்பு அல்லாத மற்றக் குழாய்கள் மரைகள் உள்ள (screwed), பற்ற வைத்த (soldered), அல்லது விரிவாக்கப்பட்ட (flared), இறுக்கத் தன்மை (compression type) யுடைய இணைப்புகள் கொண்டு இணைக்கப்படும். இரும்புக் குழாய்கள் (Ferrous pipe) மரைகள் உள்ள (screwed) இணைப்புகள் கொண்டோ, உருக்கி இணைத்தல் (welding) மூலமாகவோ இணைக்கப்படும்.

குழாய்களின் அளவைப் பொறுத்து உரிய இணைக்கும் முறையைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். இணைப்புகள் உறுதியாகவும் கசிவைத் தடுப்பதாகவும் இருத்தல் அவசியம். மேலும், பாகங்களை இணைக்கும் குழாய்கள் உரிய முறையில் தாங்கப்பட (supported) வேண்டும். இது அதிர்வையும், இணைப்புகளில் ஏற்படும் இறுக்கத்தை (stress) யும் குறைக்க உதவும். தாங்கிகள் குழாய்களில் ஏற்படும் வெப்பநீட்சி (expansion), சுருக்கம் (contraction) ஆகியவற்றைத் தடை செய்யாதவாறு இருக்க வேண்டும். தாமிரம் போன்ற உலோகங்கள் இரும்பைவிட 50% அதிகமாக விரியும் தன்மையுடையன எனினும், குளிர் சாதனங்களில் வெப்பநிலை வேறுபாடுகள் அதிகமாக இல்லாததால், இது அதிகமாகப் பாதிக்காது. எனினும், குளிர்சாதனங்களில் விரிவு இணைப்புகள் (expansion joints) அமைக்கப்படுவதில்லை.

குழாய்களின் அமைப்பை முடிவு செய்தபின், குழாய்களிலும், இணைப்புகளிலும் உராய்வினால் ஏற்படும் அழுத்தக் குறைவைக் கணக்கிட இயலும் இணைப்புகள், வளைவுகள். மேலும் திடீரென மாறும் வேகத்தினால் ஏற்படும் அழுத்தக் குறைவுகளைக் கணக்கிட்டு சாதனம் இயங்குவதை முடிவு செய்ய இயலும்.

நீர்மக் குழாய்கள் (Liquid lines) சுருக்கியிலிருந்து விரிவு வால்வுவரை குளிரூட்டி அநேகமாக நீர்ம வடிவிலிருக்கும். தனியான கொள்கலன் ஒன்று பொருத்தப்பட்டால் அதுவும் சுருக்கியின் மிக அருகில், இணைக்கும் குழாய் நீளம் குறைவானதாகவும், கொள்கலனை நோக்கிச் சாய்வாகவும் இருக்குமாறு அமைக்கப்படும். இக் குழாயின் வேகம் 40மீ/நிமிடம் என்ற அளவிலிருக்குமாறு குழாயின் அளவு தேர்ந்தெடுக்கப்படும்.

இக் கலனிலிருந்து விரிவு வால்வு வரை 0·1-லிருந்து 0·7 கிலோ/செ.மீ² வரை அழுத்தக் குறைவு ஏற்படுமாறும், வேகம் 30-லிருந்து 75மீ/நிமிடம் வரை இருக்குமாறும் அமைக்கப்படும். எனினும், விரிவு வால்வை அடையுமுன்னரே நீர்மம் ஆவியாகும் அளவிற்கு அழுத்தக் குறைவு ஏற்படாமல் செய்வது அவசியம். அவ்வாறு ஆவியாக நேருமானால் நீர்மத்தைக் குளிர்விக்க ஏற்பாடு செய்தல் வேண்டும். இறுக்கியின் உள்ளீர்ப்புக் குழாயையும், நீர்மக் குழாயையும், ஒன்றாக இணைத்தோ அல்லது தனி வெப்பமாற்றி மூலமாகவோ, திரவத்திலிருந்து வாயுவுக்கு வெப்பம் செல்லும்படிச் செய்தால் நீர்மம் மிகக் குளிரடையும்; வாயு மீச்சூடுபடும். இரண்டும், சாதனம் நன்கு செயல்பட உதவும். எனினும், நீர்மக் குழாய்களில் ஏற்படும்

அழுத்தக் குறைவு, கூடிய அளவு குறைவாக வைத்தல் நலம். இதன் மூலம் விரிவு வால்வு செயல் அளவை அதிகரிக்க இயலும்.

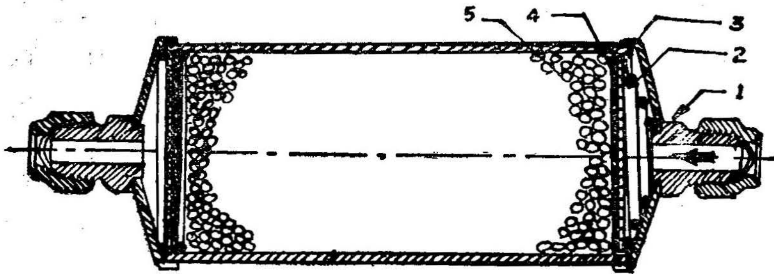
உள்ளீர்ப்புக் குழாய்கள் (suction lines) : ஆவியாக்கியிலிருந்து இறுக்கிவரை குளிரூட்டி வாயுவை எடுத்துச் செல்லப் பயன்படும் இவை மிகவும் கவனமாகத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட வேண்டியவையாகும். உள்ளீர்ப்பு அழுத்தம் குறைந்தால் சாதனத்தின் செயல் அளவு குறைந்து ஒரு டன் குளிர்விளைவிற்கு அதிக அளவு ஆற்றல் தேவைப்படும். ஆகவே, உள்ளீர்ப்புக் குழாய்களில் அழுத்தக் குறைவு மிகவும் குறைவாக இருத்தல் அவசியம். கூடியவரை ஆவியாக்கியின் அழுத்தமும், இறுக்கியின் உள்ளீர்ப்பு அழுத்தமும் ஒன்றாக இருக்குமாறு அமைக்கப்படும். ஓரளவு அதிக வேகம் இருக்குமாறு செய்யலாம். 150-லிருந்து 1500 மீட்டர்/நிமிடம் வரை வேகம் இருக்குமாறு அமைக்கலாம். குளிரூட்டியையும், அது செயற்படும் அழுத்த நிலைகளையும் குழாயின் (கிடை, அல்லது குத்துயர) நிலைகளையும் பொறுத்து இது முடிவு செய்யப்படும். அதிக வேகம் ஓசையெழுப்பக் கூடியது. எனவே, வேகத்தை உரிய அளவில் இருக்கச் செய்யவேண்டும். குளிரூட்டி எண்ணெய் முதலியன திரவ வடிவில் இறுக்கியை அடைவதைத் தடுக்க உரிய கண்ணி (trap)யை ஆவியாக்கியில் அமைத்தல் நல்லது.

நீங்கு குழாய்கள் (Discharge lines): இவை சூடான வாயுக் குழாய்கள் (Hot gas lines) எனவும் கூறப்படும். இறுக்கியிலிருந்து சுருக்கி வரை இறுக்கப்பட்ட, அதிக அழுத்தத்திலுள்ள சூடான குளிரூட்டி வாயுவை எடுத்துச் செல்லப் பயன்படும். இவற்றில் குளிரூட்டியின் வேகம் 300 முதல் 1500 மீட்டர்/நிமிடம் வரை மாறுபடும். மேலும் 0·1-லிருந்து 0·2 கிலோ/செ.மீ.^{2} வரை அழுத்தக் குறைவு ஏறபடுமாறு அமைக்கப்படலாம். சுருக்கி இறுக்கியின் மேலாக இருந்தாலும், அல்லது இறுக்கி இயங்கும் வெப்ப நிலையைவிட அதிக வெப்பநிலையிலுள்ள இடத்திலிருந்தாலும் திரவம் இறுக்கி இயங்காத போது அதனுள் நுழையாமலிருக்கத் தகுந்த U வடிவ அமைப்பு ஒன்றைக் குழாயில் ஏற்படுத்த வேண்டும்.

உலர்த்திகள் (Driers) : குளிர்சாதனம் நிறுவப்படும் போது அதனுள் காற்றிலுள்ள ஈரம் செல்லும் வாய்ப்பு உண்டு. எனவே, எவ்வகைச் சாதனமாயினும் அதிலுள்ள ஈரத்தை முழுவதும் நீக்குதல் மிக அவசியமாகும். மேலும், ஆவியாக்கி நீரின் உறைநிலைக்குக் குறைவான வெப்பநிலையில்

இயங்குவதாக இருந்தால், நீர் விரிவு வால்வில் உறைந்து ஊட்டம் சீராகப் பாய்வதைத் தடை செய்வதைத் தடுக்க ஈரம் முற்றிலும் அகற்றப்பட வேண்டும். ஈரம், இறுக்கியின் இரும்புப் பாகங்களில் அரிப்பு ஏற்படவும் காரணமாக இருக்கும்.

சாதனம் நிறுவப்பட்ட பின் கசிவுகள் நிறுத்தப்பட்டு நன்றாகச் சோதனை செய்யப்படும். ஒரு வெற்றிடப் பம்பின் (Vacuum Pump) உதவியால் குளிரூட்டி செல்லும் பாதை முழுவதும் வெற்றிடமாக்கப்படும். அப்போது. சாதனத்திலுள்ள எல்லா வால்வுகளும் திறந்திருக்க வேண்டும். உரிய நேரம் கொடுக்கப்பட்டால், காற்று மட்டுமல்லாமல் ஈரமும் வெளியே இழுக்கப்பட்டு விடும். வெற்றிடம் நன்றாக ஏற்பட்ட பின் அழுத்தம் 5-மில்லிமீட்டர் பாதரச அளவிலிருக்கும் போது, பம்பை நிறுத்திவிட்டு அதற்குரிய இணைப்பையும் மூட



படம் 120

நீர்ம உலர்த்தி (Liquid Drier)

1. நுழைவு இணைப்பு (Inlet connection)
2. சுருள்வில்
3. துளைகளுள்ள தகடு
4. பித்தளைக் கம்பி வலை (Brass wire gauge)
5. இயைபுப் பொருள்

வேண்டும். இக் குறைந்த அழுத்தம் அப்படியே இருக்க வேண்டும். இதில் மாற்றம் ஏற்படுமானால், காற்று உள்ளே கசிவதாகவோ ஈரம் இருப்பதாகவோ கொள்ள வேண்டும். உரிய திருத்தங்கள் செய்தபின் மேற்கூறப்பட்ட முறை வெற்றிடம் நிற்கும் வரை திரும்பச் செய்யப்பட வேண்டும்.

மேலும் சாதனம் நன்கு இயங்க உலர்த்திகளும் பொருத்தப்படும், இது தாமிரத்திலான உருளைவடிவக் கூட்டினுள் சிலிகாஜெல் (Silica Gel) ஊக்கப்பட்ட அலுமினா (Activated

Alumina) முதலிய இயைபுப்பொருள்களை வைத்து இருபக்கமும், உரியகுழாய் இணைப்புகளோடு கூடியது. சாதனத்தில் பொருத்தப்படும் வரை, காற்றிலுள்ள ஈரம் உட்புகாதவாறு நன்ருக மூடப்பட்டிருக்கும். இருபக்க இணைப்புகளிலும் வடி கட்டிகளும் (Screens) பொருத்தப்படும். இது, சாதனம் இயங்கும்போது, குளிரூட்டியிலுள்ள ஈரம் மட்டுமன்றி, அதி லுள்ள அழுக்குகளையும் பிரித்து உள்ளேயே தங்கவைக்க உதவும். இவ்வகை உலர்த்தும் வடிகட்டிகள் (Drier cum Strainer) குளிர் சாதனத்தில் நீர்மக் குழாய்களில் பொருத்தப் படும்.

இவை தவிர, பலவகைப்பட்ட வால்வுகள், வடிகட்டிகள் பார்வைக் கண்ணுடிகள் (Sight Glasses) குளிர் சாதனங்களில் பொருத்தப்படுகின்றன. கூடியவரை இத்தகைய கூடுதலான இணைப்புகளைத் தவிர்க்க வேண்டும். சாதனத்தில் கசிவு ஏற்படும் வாய்ப்புகள் இவ்விணைப்புகளினுல் அதிகரிக்கும். ஆகவே, அவசியமான இடங்களில் மட்டுமே இவை பொருத் தப்பட வேண்டும்

குளிர்சாதனக் கட்டுப்பாடுகள் (Refrigeration Controls): குளிர்சாதனங்கள் தகுந்த முறையில் இயங்கவும்; அவற்றின் பாகங்களில் பாதுகாப்பிற்காகவும், சில கட்டுப்பாட்டுக் கரு விகள் பயன் படுகின்றன.

மின் பொறிக் கட்டுப்பாடுகள் (Motor Controls): சாத னத்தைத் தகுந்த முறையில் இயக்கவும், உரிய நேரத்தில் நிறுத்தவும் இக் கட்டுப்பாடுகள் மின் பொறியுடன் இணைக்கப் படும்.

உள்ளீர்ப்பு அழுத்தக் கட்டுப்பாடு (Suction Pressure Control): இது இறுக்கியின் உட்கவர் அழுத்தத்திற்கேற்ப செயற்படும் உள்ளீர்ப்புக் குழாயிலோ, இறுக்கியின் அடிப்பாகத்திலோ இணைக்கப்பட்டு அதன் அழுத்தம் துருத்தியினுள் (Bellows) இயங்கும். அழுத்தம் வேறுபடும்போது துருத்தி சுருங்கி விரிவடையும். துருத்தியின் அசைவை உரிய இணைப்புகள் மூலம் ஒரு மின் சுவிட்சுக்கு மாற்ற இயலும். அழுத்தம் அதிக மானுல் மின் சுற்று மூடியும், குறைந்தால் இணைப்பைத் துண் டிக்கவும் செய்யும். இவ்வாறு சாதனத்தை இயக்கும் அழுத் தத்தையும், அதை நிறுத்தும் அழுத்தத்தையும், இரண்டிற்கு முள்ள வேறுபாட்டையும் மாற்றவும் உரிய ஏற்பாடு செய்யப் பட்டிருக்கும். ஆவியாக்கியின் உரிய வெப்பநிலை அடையும்

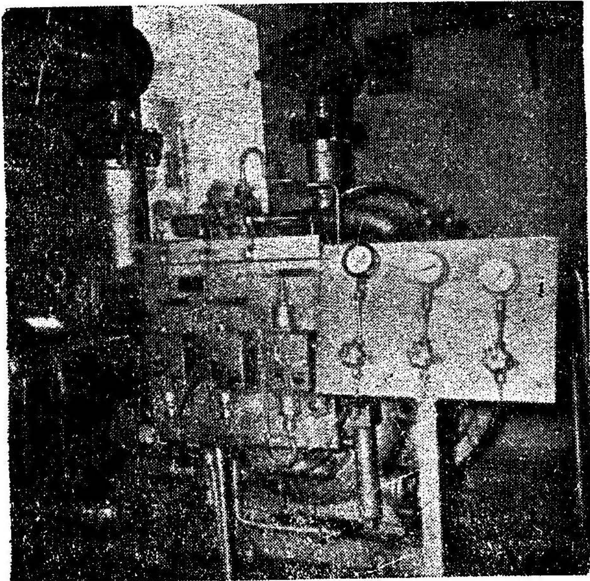
போது சாதனம் இயங்குமாறும், இவ்வெப்ப நிலை ஓரளவு குறைந்தபின் சாதனம் நிறுத்தப்படவும் அழுத்தங்கள் திருத்தி அமைக்கப்படும். இவ்விரு நிலைகளின் வேறுபாடு அதிகமாக இருந்தால் அறையின் வெப்பநிலை வேறுபாடும் அதிகமாக இருக்கும். ஆனால் இயக்க—நிறுத்தச் சுழலின் நேரம் (On—Off Cycling time) அதிகமாக இருக்கும். குறைவான அழுத்த வேறுபாட்டில் இச் சுழல் நேரம் குறைவாக இருப்பினும், வெப்ப நிலை ஒரே சீராக இருக்கும். சுழல்—நேரம் குறைவாக இருந் தால் சாதனம் அடிக்கடி நிறுத்தப்பட்டுப் பின் இயக்கப் படும்.

இதைப் போலவே. சாதனத்தின் பாதுகாப்பிற்காக சாத னத்தினுள் அழுத்தம் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவை மீறும்போது அதை நிறுத்தும் அதிக அழுத்தக் கட்டுப்பாடு (High Pressure Control) ஒன்றும் இணைக்கப்படும். இதன் அமைப்பும் குறைந்த அழுத்த அல்லது உள்ளீர்ப்பு அழுத்தக் கட்டுப் பாட்டுக் கருவியினை ஒத்ததேயாகும். இறுக்கியின் நீங்கு நிலை அழுத்தம் துருத்தியினுட் செயற்படுமாறு இணைக்கடபடும். சுருக்கியில், நீர்பற்றுக் குறையினாலோ வாயுக்களின் சேர்க்கை யாலோ அல்து வேறு ஏதேனும் காரணங்களாலோ் அழுத்தம் அதிகமானால், அதனால் ஊறு விளையுமுன் சாதனத்தை நிறுத்திப் பாதுகாக்க இக் கருவி உதவும். அழுத்தம் ஓரளவு குறைந்தபின் தானாகவே இயங்கும். வகை சிறிய அளவு சாதனங்களில் பொருத்தப்படும், ஆனால், பெரிய சாதனங்களில் கையினால் மறுபடியும் பொருந்தும் வகைக் (Manual Reset type) கருவி இணைக்கப்படும்.

மேற்கூறப்பட்ட இருவகைக் கட்டுப்பாடுகளையும். அளிக் கும் ஒரே கருவியும் பயன்படுத்தப்படலாம். இது இரு அழுத் தங்களிலும், செயற்படும் வெவ்வேறு துருத்திகளும், அவற் றின் இணை குழாய்களும் தனித்தனியாக அமைந்து இறுக் கியின் பொறியைக் கட்டுப்படுத்தும்.

வெப்பநிலைக் கட்டுப்பாடு (Thermostatic control): இது (படம்: 123) அழுத்தக் கட்டுப்பாட்டினை அமைப்பில் ஒத் திருக்கும். வெப்பநிலையை உணரும் உணர்குமிழும் (Feeler bulb) அதை இணைக்கும் நுண்குழாயும், அழுத்த இணைப்புக் குழாய்க்குப் பதிலாக அமையும். உணர்குமிழினுள் குளிரூட்டி அல்லது ஒரு நீர்மம் ஒருபகுதி ஆவி வடிவாகவும், மீதி நீர்ம வடிவாகவும் அடைக்கப்பட்டிருக்கும். உணர்குமிழ் உணரும்

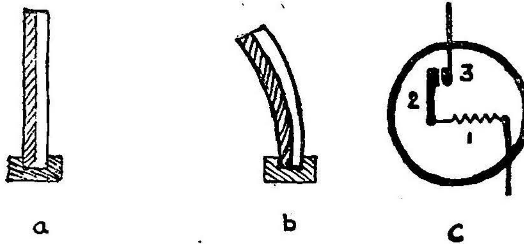
வெப்பநிலையில் மாற்றம் ஏற்பட்டால் அதனுள் அழுத்தமும் வேறுபடும். இவ்வழுத்த வேறுபாடு துருத்திகளுக்கு இணைக்கப் பட்டு மின்சுற்றை இயக்கத் தேவையான இணைப்புகளோடு இருக்கும். உரிய வெப்பநிலையை அடைந்தவுடன் துருத்தி சுருங் குவதன் மூலம் மின்சுற்றின் இணைப்பு நீக்கப்பட்டு சாதனம் நிறுத்தப்படும். வெப்பநிலை அதிகமானால் துருத்தி விரிவ டைவதன் மூலம் இணைப்பு மீண்டும் ஏற்பட்டு சாதனம் இயங்கத் தொடங்கும். சாதனம் இயங்கும், நிறுத்தும் வெப்பநிலைகள் அவற்றின் வேறுபாடு ஆகியவற்றைத் திருத்தியமைக்கும் அமைப்புகளும் இக் கருவியில் இருக்கும்.



படம் 121
கட்டுப்பாடுகளும் அளவு மானிகளும்
(நன்றி; சென்ட்ரல்)

அதிகப்பளு பாதுகாப்பு (Overload Protector) மூடப்பட்ட இறுக்கிகள் (Hermetically Sealed Compressors) யாவும், இத் தகைய பாதுகாப்புக் கருவி உடையதாக இருக்கும். இது மின் பொறியின் சுற்றுகளோடு தொடர்நிலையில் இணைக்கப்பட்ட இரு உலோகப் பாகத்தைக் கொண்டதாகும். மின் பொறியின் சுற்றுகளில் மின்னோட்டம் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிற்கு மேல் அதிகமானால், இரு உலோகம் சூடேற்றப்படுவதால் வளைந்து

மின்சுற்றின் இணைப்பை நீக்கிவிடும். ஆகவே, சாதனத்திற்கு ஊறு எதுவும் நிகழுமுன் மின்பொறி நிறுத்தப்பட்டு விடும். இவ்வாறு இணைப்பு நீக்கப்பட்டபின் இரு உலோகப் பாகம் வழியாகப் பாய்ந்த மின்னோட்டமும் நின்று விடும். எனவே, அது மீண்டும் குளிர்ச்சியடைந்து பழைய நிலைக்கு வந்து மறுபடியும் சுற்றை இணைக்கும். இப்பாகம் குளிர எடுத்துக் கொள்ளும் நேரம் சுற்றுப்புற வெப்ப நிலையைப் பொறுத்ததாகும். இக் கருவி இறுக்கியின் கூட்டில் அநேகமாக அதன் கீழ்ப்பாகத்தில் கூட்டின் சுவரோடு ஒட்டியிருக்குமாறு வைக்கப் படும். இக் கருவி செயற்படும் முறையைப் படத்தில் காணலாம் (படம் 122).



படம் 122

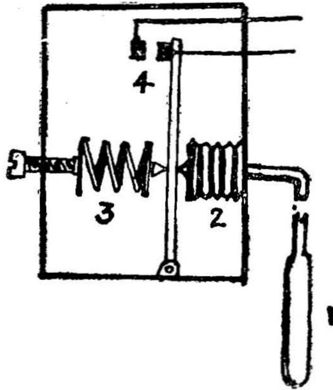
a. இரு உலோகச் சட்டம் (சாதாரண வெப்ப நிலை)

b. சூடேற்றப்பட்ட பின்

c. மிகைப்பளு காப்பான் (Overload Protector)

படத்தில் காணும் இரு உலோகச் சட்டத்தில் ஒரு பக்கம் இன்வார் (Invar) உலோகமும், மற்றொரு பக்கம் பித்தளை அல்லது எஃகும் சேர்ந்து இணைக்கப்பட்டுள்ளது. குறிப்பிட்ட வெப்பநிலை மாறுபாட்டிற்கு இன்வார் குறைந்த அளவிலும், பித்தளை அல்லது எஃகு அதிக அளவிலும் விரிவடையும். எனவே, இரண்டும் சேர்ந்த சேர்க்கை சூடு படுத்தப்படும் போது சட்டம் இன்வார் இருக்கும் பக்கமாக வளையும் [படம் 122-(b)]. இதில் இன்வார் செயலற்ற உலோகமாகவும், (Inactive metal), மற்றது செயற்படும் உலோகமாகவும் (Active Metal) கொள்ளப்படும். இவ்வாறு வெப்ப நிலைக்கேற்ப மாறு படும் தன்மையைக் கொண்டு மின் சுற்றுகளின் இணைப்பைத் துண்டிக்கவோ, ஏற்படுத்தவோ இயலும்.

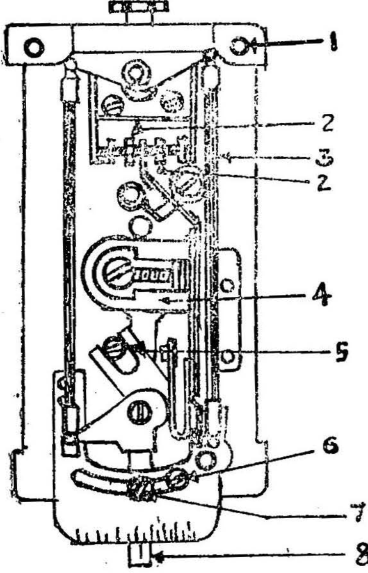
ஈரநிலைக்காப்புக் கருவி (Humidistat) : இது காற்றின் ஈர நிலையைத் தானாகவே கட்டுப்பாடு செய்து ஒரே நிலையில் வைக்க உதவுவது. இதில் பயன்படும் முக்கியக் கூறு,



படம் 123
வெப்பநிலை காப்பான்
(Thermostatic Control)
1. உணர்குமிழ் (Feeler bulb)
2. துருத்தி (Bellows)
3. சுருள்வில் (Spring)
4. தொடுமுனைகள் (Contact points)

ஈரத்தை உறிஞ்சும் தன்மையுள்ள பொருள்களாகும். அவ்வாறு உறிஞ்சும்போது அவற்றில் ஏற்படும் மாற்றங்களைக் கொண்டு இக் கருவி இயங்குகிறது. உதாரணமாக, மரம், மனித உரோமம், காகிதம் போன்ற பொருள்கள் பயன்படுகின்றன. இவை, ஈரத்தை உறிஞ்சும்போது விரிவடைகின்றன. இச் செயலைக் கொண்டு, ஈரநீக்கும் அல்லது ஈரப்படுத்தும் சாதனங்களை இணைக்கும் மின் சுற்றுகளை இணைக்கவோ, பிரிக்கவோ இயலும். அநேகமாக மின்பொறி அல்லது வால்வைக் கட்டுப்படுத்த இது பயன்படுகிறது. சீராக்கப்பட்ட அறையினுள் (Conditioned room) இக் கருவி பொருத்தப்படும். அதிலுள்ள ஈரநிலைக் கேற்றவாறு இயங்கும். கருவியின் ஒரு தோற்றமும், காற்று விசிறியின் மின் சுற்றில் இணைக்கும் விதமும் படங்கள் 124, 125–ல் காணலாம்.

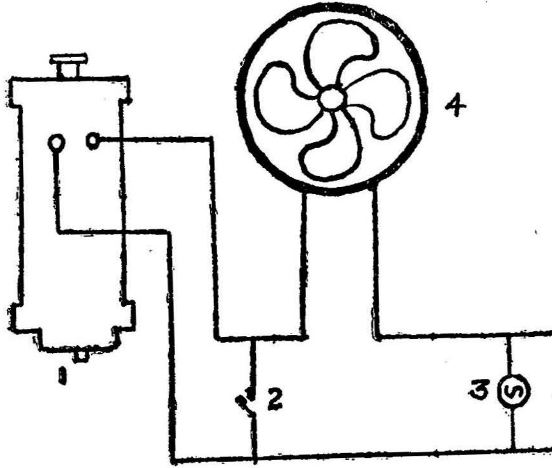
குளிர்விக்கும் கோபுரங்கள் (Cooling Towers) : குளிர் சாதனங்களின் சுருக்கியில் குளிரூட்டியைக் குளிர்விக்க நீர் ஊடகமாகப் பயன்பட்டால், குளிர்ந்த நீர் போதுமான அளவு கிடைக்க வேண்டும். நீர்க்குழாயிலிருந்தோ, அருகிலுள்ள ஏரி, கிணறு போன்றவற்றிலிருந்தோ நீரை எடுத்துப் பயன்படுத்தி (சுருக்கியின் வழிச் செலுத்தி)ப் பின் வடிகால்களுக்குச் செலுத்தப்படும். ஆனாலும், பெரிய சாதனங்களுக்குத் தேவைப்படும் நீரின் அளவு அதிகமாக இருக்கும். தண்



படம் 124

ஈரநிலை காப்புக் கருவி

1. பொருந்தும் துவாரங்கள்
2. தொடுமுனைகள்
3. உரோமக் கூறுகள்
4. காந்தம்
5. அளவிடும் மறை (Calibrating Screw)
6. நிறுத்தி (Stop)
7. நிலைப்படுத்தும் மறை (Lock Serew)
8. ஈரமானி (Humidity Indicator)

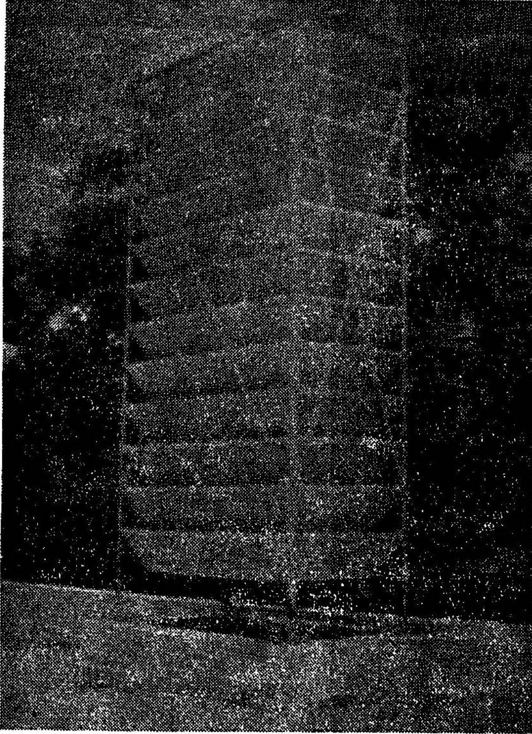


படம் 125

மின்சுற்றில் கருவியை இணைக்கும் முறை

1. ஈரநிலை காப்பு (தானியங்கும் வகை)
2. கைக்கட்டுப்பாடு (Manual Control)
3. மின் ஆற்றல்
4. விசிறி.

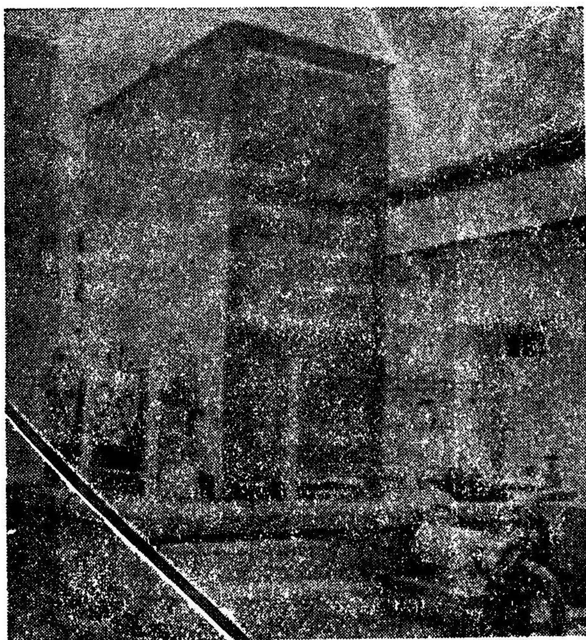
ணீர்க் கட்டுப்பாடு உள்ள இடங்களிலும், அதற்காக அதிக மாகச் செலவு செய்ய வேண்டிய இடங்களிலும், தண்ணீரைச் சேதப்படுத்தாமல் உபயோகிக்கப்பட்ட நீரையே மீண்டும் குளிர்வித்து பயன்படுத்த வேண்டும். இவ்வாறு நீரைச் சேமிக்க உதவும் கருவிகள் குளிர்விக்கும் கோபுரங்களாகும்.



படம் 126
இயற்கைக் காற்றோட்டம் குளிர்விக்கும் கோபுரம்
(நன்றி: முதல்வர் ஜி. சி. டி.)

இச் சாதனங்களில் நீரைச் சிறு திவிலைகளாக விழச் செய்து, சுற்றுப்புறக் காற்றோடு தொடர்பு கொள்ளச் செய்யும் போது காற்றின் மூலமும், ஓரளவு நீர் ஆவியாதல் மூலமும் வெப்பம் கவரப்பட்டு நீர் குளிர்விக்கப்படும். இயற்கைச் சலனமாகவோ (Natural Convection) அல்லது தகுந்த

விசிறிகள் மூலம் முடுக்கப்பட்டோ, காற்று சாதனத்தின் வழிச் செல்லும். இவை அவ்வாறு காற்றைச் செலுத்தும் முறையைக் கொண்டு இயற்கைக் காற்றோட்ட குளிர்விக்கும் கோபுரம் (Natural Draught Cooling Tower) (படம் 126) அல்லது விசைக் காற்றோட்ட குளிர்விக்கும் கோபுரம் (Forced draught Cooling Tower) (படம் 127) அல்லது தூண்டு காற்றோட்ட குளிர்விக்கு கோபுரம் (Induced draught Cooling Tower) எனப் பல வகைகளில் பிரிக்கப்படும்.

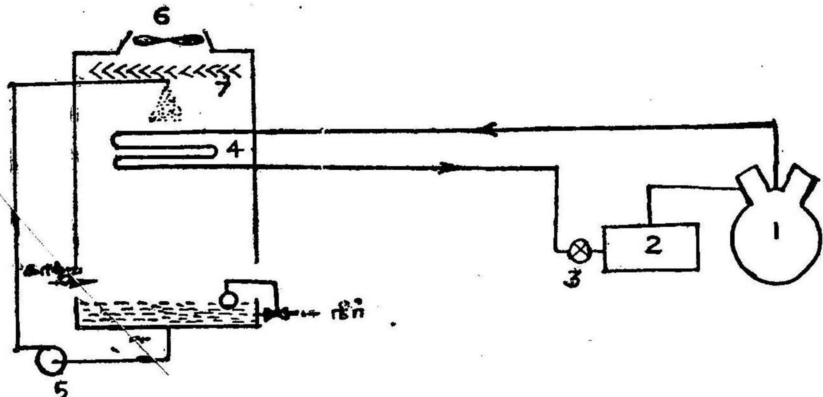


படம்: 127

விசைக் காற்றோட்டம் குளிர்விக்கும் கோபுரம்
(நன்றி: முதல்வர் ஜி. சி. டி.)

இக் கோபுரங்களில் வெப்பம், நீரிலிருந்து தெவிட்டாத நிலையிலுள்ள காற்றுக்கு மாற்றப்படுகின்றது. இது காற்று நீர் ஆகியவற்றின் வெப்பநிலை வேறு பாட்டையும், நீரிலும், காற்றிலும் உள்ள ஆவியழுத்தங்களினிடையே உள்ள வேறு பாட்டையும் பொறுத்ததாகும்.

இவை தவிர ஆவியாக்கும் சுருக்கிகளும் (Evaporative Condensers) நீரைச் சேமிக்கப் பயன்படும். இவை சுருக்கி, குளிர்



பட்ம் 128

ஆவியாக்கும் சுருக்கி

(1) இறுக்கி (2) ஆவியாக்கி (3) விரிவு வால்வு
(4) சுருக்கிக் குழாய்கள் (5) பம்பு (6) காற்று விசிறி
(7) நீர்த்திவலைகளைத் தடை செய்யும் தடைகள்.

விக்கும் கோபுரம் ஆகியவற்றின் வேலைகளை இணைத்துச் செயல் படுவனவாகும் (படம் 128). இறுக்கியினின்று வரும் குளிரூட்டி வாயு செல்லும் குழாய்களின் மேல் நீர்த்திவலைகளாகச் சொரியும். குளிரூட்டியின் வெப்பம் நீர்த் திவலைகள் வழிப்பாயும் காற்றின் மூலம் அகற்றப்படும். இச் சாதனங்களில் (1) குளிரூட்டி வாயுக் குழாயினுள் சுருங்குவது (2) குழாய்களின் சுவர்கள் மூலம் கடத்தப்படுவது (3) கடத்தல் அல்லது சலனம் மூலமாகக் குழாயின் மேற்பரப்பினின்று அதைச் சுற்றியிருக்கும் நீர் படலத்தின் மேற்பரப்பை அடைவது (4) குழாயின் ஈரப் பரப்பிருந்து உணர்வெப்பம், உள்ளுறை வெப்பம் ஆகிய இரண்டின் மூலமும் காற்றோட்டத்தோடு கலப்பது ஆகிய நிலைகளில் வெப்ப மாற்றம் நிகழ்கிறது.

இச் சாதனங்கள் நிறுவத் தேவையான இடம் குறைவாகும். நீர்க் குழாய்களின் நீளமானது குறைவு. எனவே நீரை உந்தும் பம்பின் அளவு சிறியதாக இருக்கும். மேலும், இயக்கச் செலவும் குறையும். இச் சாதனங்களை அறைக்குள்ளோ, வெளியிலோ நிறுவ இயலும்.

9. பயன்கள்

(Applications)

குளிரியல், காற்றுச் சீராக்கும் தொழில் இன்றைய நிலை மையில் மிகவும் விரிவடைந்து பலவிதமான துறைகளில் பயன் படுகிறது. பனி உண்டாக்க மிக அதிகமான அளவில் பயன் பட்டு வந்த குளிரியற்றுறை இன்று உணவு உற்பத்தி செய்ய, விநியோகிக்கப் பல தொழில்கள் சிறப்பாக நடைபெற உதவு கிறது. காற்றைச் சீராக்கி மனிதன் வசதி பெருகவும், தொழி லகங்கள் மேலும் பயன் உள்ள முறையில் நடைபெறவும் இயலும். குளிரியலின் பயன்கள் பலவகைப்படுமாயினும், அவை நான்கு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்படும். அவை,

1. உணவு உற்பத்தி செய்யவும். விநியோகிக்கவும்.
2. இயைபுப் பொருள்கள், மற்றும் பதனிடும் தொழிலகங் களில் (Chemical and Processing Industries).
3. தொழிலக மற்றும் வசதிக்கான காற்றுச் சீராக்க.
4. இன்னும் சில தனிப்பட்ட (Special) வகைகளுக்காக எனப்படும்.

உணவு உற்பத்தி : உணவு உற்பத்தித் தொழிலில் முக்கியத் தேவைகள் யாதெனில் தயாரிப்பது, சேர்த்து வைப்பது, பின் வேறிடங்களுக்கு எடுத்துச் செல்வது என்பனவாகும். சில பழங்கள், காய்கறிகள் போன்றவை மரங்களிலிருந்து பறிக்கப் பட்டவுடன் பண்டகசாலை (Storages) களுக்கு அனுப்பப்பட இயலும். இன்னும் சிலவகைப் பொருள்கள் அவ்வாறு சேர்த்துவைக்கப்படுமுன் பதனிடப்பட வேண்டியதிருக்கும். குளிரியல் இப் பதனிடுவதற்கு மிக முக்கியத் தேவையாகும்.

பாற் பண்ணை : இதன் முக்கியப் பொருள்கள் பால், தயிர், ஐஸ்கிரீம், வெண்ணெய் போன்றவையாகும். பசுவின் பால்

கறக்கப்பட்ட பின் முதலில் ஏறக்குறைய 15°C வெப்பநிலைக்குக் கொண்டுவரப்பட்டுப் பின் காய்ச்சித் தூய்மை செய்யப் (Pasteurization) பயன்படும். இவ்வாறு சுத்தப்படுத்தப்பட்ட பால் மீண்டும் குளிர்விக்கப்பட்டு 2—3°C வெப்ப நிலையில் வைக்கப் படும். பின் இறுதியாக விநியோகிக்கப்பட்டு பயன்படுத்தும் வரை பாலின் தன்மைகளைக் கெடாமல் பாதுகாக்கக் குளிர் சாதனங்கள் பலவழிகளில் பயன்படும். பண்ணைகளில் மிகுந்த அளவுக் குளிர்ச்சி (ஒரு நாளில்) குறைந்த காலத்தில் தேவைப் படும். எனவே, குளிர்ச்சியை சேர்த்து வைத்தல் மிகவும் அவ சியமாகும். குளிர் சாதனத்தின் திறனளவைப் பொறுத்துப் பரவலாக நீரைப் பனிக்கட்டியாக உறையவைத்துப் பின் அதை உருக்கி வேண்டிய அளவு குளிர்ச்சியைத் தேவைப்படும் போது பெற இயலும்.

ஐஸ்கிரீம் உற்பத்தியில் முதலில் தேவையான பொருள்கள் நன்ருகக் காய்ச்சித் தூய்மை ஆக்கப்பட்ட பின் உரிய அளவில் கலக்கப்பட்டு கலவை 4 அல்லது 5°C வெப்பநிலைக்குக் குளிர் விக்கப்படும். பின் அது விரைவு உறைப்பானில் (Deep Freezer) —5°C வெப்ப நிலைக்குக் கொண்டுவரப்பட்டு உரிய கொள்கலங் களில் (Containers) ஊற்றப்படும். இக் கலங்கள் —25°C வெப்ப நிலையில் வைக்கப்படும். பின்னுல் பயன்படும்வரை ஐஸ்கிரீம் இவ்வாறு இறுகுநிலைக் (Freezing Point)குக் குறைவான வெப்ப நிலையிலே வைக்கப்படும். இது போன்ற சில பழவகை உணவு களைத் (Desserts) தயாரிக்கவும் குறைந்த வெப்பநிலை அவசிய மாகும்.

இது தவிர வெண்ணெய் போன்ற மற்றப் பொருள்களைக் கெடாமல் பாதுகாக்கவும் குளிர் சாதனங்கள் பயன்படும்.

குளிர் பானங்கள் : பலவகைப்பட்ட பழச்சாறுகள் மது வகைகள் முதலிய குளிர்பானங்கள் தயாரிக்கவும், அவற்றின் சுவையை அதிகரிக்கவும் குளிர்சாதனங்கள் இன்றியமையாதன. பழங்களை ஓரிடத்திலிருந்து மற்ருேர் இடத்திற்குக் கெடாமல் எடுத்துச் செல்வதைவிட அவற்றின் சாறுகளை எடுத்து அவற் றின் அடர்த்தியை அதிகமாக்கிப் பின் இடமாற்றுதல் எளி தாகும். ஆரஞ்சு, ஆப்பிள், திராட்சை போன்ற பழச்சாறுகள் மிக அதிக அளவில் பயன்படுகின்றன. இவற்றைத் தயாரிக்க வும், சேமித்து வைக்கவும் — 20°C என்ற அளவில் வெப்பநிலை அவசியமாகும்.

சாராயம் (Alcohol), திராட்சை ரசம் (wine) போன்ற மது வகைகள் தயாரிக்கப்படும்போது அவை புளித்துப் பொங்கும்

சமயம் வெப்பம் வெளியேற்றப்படும். இவ் வெப்பத்தை அகற்றவும், இயக்கத்தை 5°C—10°C என்ற வெப்பநிலையில் சீராக நிகழ்த்தவும் குளிர் சாதனங்கள் தேவையாகும். இவற்றின் சுவையை அதிகரிக்கவும் இது உதவுகிறது.

இன்னும், இறைச்சி மீன் முதலியவற்றைப் பதப்படுத்தவும் பின் பயன்படும் வரைச் சேர்த்து வைக்கவும் குளிர்சாதனங்கள் மிகவும் அவசியமாகும். அவற்றில் கிருமிகள் படர்ந்து வளராமலிருக்கவும், அவை கெடாமலிருக்கவும், அவை குறைந்த வெப்பநிலையில் வைத்துப் பாதுகாக்கப்படும்,

உணவுப் பொருள்களைச் சேகரித்து வைக்கும் குளிர்பண்டகங்கள் (Cold Stores) உருகு நிலைக்கு அதிக வெப்பநிலையிலும், குறைந்த வெப்பநிலையிலும் தேவைக்கேற்றவாறு அமைக்கப்படும். முன்னது குளிர்ப்பான் (Cooler) எனவும், பின்னது உறைப்பான் (Freezer) எனவும் கூறப்படும். இறைச்சி, மின் காய்கறிகள் போன்றவை முதலில் உறையவைக்கப்படுவதன் மூலம் அவற்றின் சுவையைப் புதிய பொருள்களைப் போன்று பாதுகாக்க இயலும். காய்கறிகளில் பட்டாணி, காலிபிளவர், அவரை போன்றவை இம்முறையில் கெடாமல் வைக்கப்படும். இவை முதலில் உறையவைக்கப்பட்டுக் குளிர்ப்பண்டகத்தில் வைக்கப்பட்டுப் பின் கடைகளிலுள்ள காட்சிப் பெட்டிகளில் விற்பனையாகும் வரை வைக்கப்படும்.

ஆப்பிள், திராட்சை போன்ற பழங்களும், முட்டை, கடலை, சில காய்கறிகள் ஆகியவையும் குறைந்த வெப்பநிலைகளில் நீண்ட நாள்கள் கெடாமல் இருக்கும். ஆனால், இவற்றை உறை நிலையில் வைக்கப்பட இயலாது. ஆகவே, இவற்றை வைக்கும் குளிர் அறைகள் 0°C-க்கு அதிக வெப்பநிலையில் இருக்கும்.

இறுதியாக, இம் முறையில் பயன்படுபவை வீடுகளிலுள்ள குளிர்சாதனப் பெட்டிகள் (House hold Refrigerators). இவற்றில் உறைநிலை அறையும் (Freezing compartment) இருக்கும்: தேவைக்கேற்றவாறு உணவுப் பொருள்களை இறுதியாகப் பயன்படுத்தும் வரை காத்துவைக்க இயலும்.

உணவுப் பொருள்களின் உற்பத்தியைப் பெருக்குவது மட்டுமன்றி, அவற்றைக் கெடாமல் பாதுகாத்து அவற்றின் சிதைவைத் தவிர்த்து உபயோகிப்பதாலும், உணவுப் பற்றுக் குறையை ஓரளவு தீர்க்க இயலும். ஆகவே, மேற்கூறப்பட்ட வகையில் குளிர்சாதனங்கள் நாட்டின் உணவு நிலையைச்

சீராக்க எந்த அளவிற்கு உதவியாக இருக்கும் என்பது தெளிவாகும். பெரிய அளவுப் பண்டகங்கள் நாடெங்கும் நிறுவவும் சிறிய அளவுச் சாதனங்கள் வீடுகளில் பயன்படவும் வேண்டிய ஏற்பாடு செய்தால் நிலைமை மிகவும் சீர்படும். ஆகவே, இச் சாதனங்களை வெறும் ஆடம்பரப் பொருள்களாகக் கருதாமல் அவசியமான பொருளாகக் கருதும் காலம் விரைவில் வர வேண்டும்.

அடுத்ததாகத் தொழில் துறையில் குளிர்சாதனங்களின் பயன் பற்றிக் கூறப்படும். பதினிடும் தொழிலிலும், இயைபுப் பொருள்கள் (Chemicals) உற்பத்தித் துறையிலும் இவை இன்றியமையாதன. தேவைக்கேற்றவாறு நிறுவப்படும் பொறிகளும் மாறுபட்டிருக்கும். எனவே, மிகுந்த கவனத்தோடு நிறுவப்படுதல் அவசியமாகும்.

சில முக்கிய முறைகள்: சில வாயுக்களைப் பிரித்தெடுக்க, வாயுக்களைச் சுருக்க, காற்றின் நீர் விகிதத்தைக் குறைக்க, கரைசல்களிலிருந்து கரை பொருளைப் பிரித்தெடுக்க, வினை வெப்பத்தை (Heat of reaction) அகற்ற, புளித்துப் பொங்குதலைக் (Fermentation) கட்டுப்படுத்த, பதப்படுத்தத் தேவையான குளிர்ச்சியைத்தர, பாதுகாத்துவைக்கத் (Preserve) தேவையான குளிர்ச்சியை ஏற்படுத்த என்பன போன்றவையாகும்.

ஏற்கெனவே கூறியபடி காற்றிலுள்ள பல வாயுக்களையும் பிரித்தெடுக்க, அவற்றைத் திரவ வடிவில் திரட்டக் குறைந்த வெப்பநிலைக் குளிர்சாதனங்கள் பயன்படும். இன்னும் மண்ணெண்ணெய் சுத்தப்படுத்தும் ஆலைகளில் (Petro Chemical Plants) வாயுக்களைத் தனித்தனியாக்கக் குளிர்சாதனங்கள் மிக அவசியமாகும். அம்மோனியா போன்ற வாயுக்களைச் சுருக்கவும், பெட்ரோலியத் தொழிலில் மெழுகைக் கரைசலிலிருந்து உறையவைத்துப் பிரிக்கவும் பயன்படும். செயற்கை ரப்பர் (Synthetic Rubber) போன்ற பொருள்கள் தயாராகும்போது வெளிப்படும் வெப்பத்தை அகற்றவும், அவற்றை உரிய வெப்பநிலையில் வைக்கவும், குறைந்த வெப்பநிலைகள் தேவையாகும். உணவுப் பொருள்களைப் போலவே, இயற்கை ரப்பர், (Natural Rubber), சில மருந்து வகைகள்; (Drugs) வெடி மருந்துகள் முதலியன குறைந்த வெப்பநிலையில் (5—15°C) அதிக காலம் கெடாமலிருக்கும்.

காற்றுச் சீராக்குதல்—வசதிச் சீராக்கல்: வெளியே பருவநிலை எவ்வாறு இருப்பினும் வீட்டினுள் வசதியான சூழ்நிலையை

ஏற்படுத்தப் பயன்படுவது. சென்னை போன்ற அதிக வெப்ப நிலையுள்ள இடமாக இருந்தாலும், ஊட்டி போன்ற அதிகக் குளிர் இடமாயினும் அதனால் அல்லல்பட அவசியமில்லை வீட்டினுள் அறைகளில் ஒவ்வொன்றிலும் சாளரச் சாதனங்களை தனித்தனியாகவோ அல்லது எல்லா அறைகளுக்கும் பொதுவான மத்தியச் சாதனத்தையோ (Central Plant) நிறுவுவதன் மூலம் வேண்டிய பருவ நிலையை வீட்டினுள் ஏற்படுத்த இயலும். கோடையின் அனற்காற்று வாடைக் காற்று இவற்றால் மனிதன் துயரப்படாமல் சுகமாக இருக்கக் காற்றுச் சீராக்கும் சாதனங்கள் உதவும். உடல் நலமற்றிருப்போர்க்கு வெளியிலுள்ள பருவநிலைகள் துன்பமளிக்கா வண்ணம் பாதுகாக்க இச் சாதனங்கள் மிகவும் அவசியமாகும்.

வணிக நிலையங்கள் (Shopping centres) : உணவு விடுதிகள் (Hotels), கேளிக்கை அரங்குகள் (Theatres) போன்ற மக்கள் கூடுமிடங்களில் காற்றுச் சீராக்குதல் உரிய சுகத்தை அளிப்பதற்காக மட்டுமன்றி சுகத்தைப் பாதுகாக்கவும் பயன்படும். காற்றிலுள்ள கிருமிகளை அகற்ற, துர்நாற்றத்தைப் போக்க, இனிய மணம் கமழச் செய்ய இவை அவசியமாகும். சில வருடங்களுக்கு முன் இச் சாதனங்களைப் பொருத்துவதன் மூலம் புது வாடிக்கையாளர்களைக் கவருவது வழக்கமாக இருந்தது. ஆனால், தற்காலத்தில் அவர்களை வேறிடங்களை நாடிச் செல்லாமலிருக்கச் செய்ய இச் சாதனங்கள் அவசியமானவை எனக் கருதப்படுகின்றன.

இன்னும் சில பண்டகசாலைகளில் பொருள்கள் கெடா வண்ணம் பாதுகாக்கவும், அவற்றை மக்கள் பார்வையில் படுமாறு வைக்கவும், வருகின்ற மக்கள் வசதியுடன் தங்கி அப்பொருள்களை வாங்கிச் செல்லவும். இச்சாலைகளின் வெப்பநிலை, ஈரநிலை ஆகியவற்றை உரிய வரம்பினுள் வைத்தல் அவசியம். இதற்கும் சீராக்கிகள் அவசியமான சாதனங்களாகும்.

பெரிய கட்டடங்கள் மருத்துவமனைகள் போன்றவைகளுக்கு மத்தியச் சீராக்கும் சாதனங்கள் தனித்தனிச் சாளரச் சாதனங்களைவிடச் சிக்கனமுள்ளவையாக இருக்கும். இவற்றில் மக்களின் சுகாதாரத்தை முன்னிட்டு காற்றுச் சீராக்கப்படும். மற்றும், தொழிற்சாலைகள், தொலைபேசி நிலையங்கள், (Telephone Exchanges) போன்ற மக்கள் வேலை பார்க்கும் அலுவலகங்களில் அவர்களின் வேலை பார்க்கும் திறனை அதிகரிக்கவும், அதன் மூலம் வேலை சிறப்பாக நடக்கவும் இச் சாதனங்கள் பயன்படுகின்றன. அவற்றை வெறும் ஆடம்பரச் சின்னங்

களாகக் கருதாமல் லாபத்தை அதிகரிக்கும் சாதனங்களாகவே கருதவேண்டும். அவற்றை நிறுவச் செலவாகும் தொகையை விட அதிக உற்பத்தித் திறன் மூலம் கிடைக்கும் லாபம் அதிகமாகவே இருக்கும்.

மேற்கூறப்பட்ட நிலையான சாதனங்கள் தவிர போக்குவரத்துச் சாதனங்களிலும் சீராக்கிகள் பொருத்தப்படும். நமது நாட்டில் இரயில் வண்டிகளில் காற்றுச் சீராக்கப்பட்ட பெட்டிகள் இணைக்கப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு பெட்டியிலும் குளிர் சாதனப் பொறிகள் பொருத்தப்பட்டுப் பயணம் வசதியாக இருக்கத் தேவையான சூழ்நிலை பெட்டியினுள் ஏற்படுத்தப்படுகின்றது. வெயில் அதிகமான இடங்களில் முதல் வகுப்புப் பெட்டிகளில் குளிர்ச்சி ஏற்படுத்த பனிக்கட்டிப் பெட்டிகள் (Ice boxes) உபயோகப்படுகின்றன. இப்பனிப் பெட்டிகளை உரிய இடத்தில் வைத்து காற்று விசிறிகளை இயக்குவதன்மூலம் அறையினுள் குளிர்ச்சி ஏற்படுகின்றது. மேலும், காற்றுச் சீராக்கப்பட்டப் பேருந்துகளும் (Air conditioned buses), சிறிய கார்களும் மக்கள் பயணத்தை இனிதாக்கப் பயன்படுகின்றன.

தொழிலகச் சீராக்கல்: இயைபுப் பொருள்கள் தயாரிப்பிலும், பதனிடும் தொழில்களிலும், எண்ணெய் சுத்தப்படுத்தும் நிலையங்களிலும், மருந்துகள், நொய்வங்கள் தயாரிப்பிலும் பருத்தி ஆலைகளிலும், தக்க சூழ்நிலையை ஏற்படுத்தக் காற்றுச் சீராக்கிகளையும், அவற்றிற்கான குளிர்சாதனப் பொறிகளின் பயன்களையும் பற்றி ஏற்கெனவே விரிவாகக் கூறப்பட்டுள்ளது.

மேற்கூறப்பட்டவை தவிர இன்னும் சில தனிப்பட்ட உபயோகங்கள் மேலே விவரிக்கப்படும்.

வெப்ப உந்திகள் (Heat Pumps) : குளிர்சாதனப் பொறிகளின் ஆவியாக்கியில் ஏற்படும் குளிர்ச்சிக்குப் பதில் சுருக்கியில் அகற்றப்படும் வெப்பத்தைப் பயன்படுத்தும் சாதனங்கள் வெப்ப உந்திகளாகும், சுருக்கியில் குளிர்விக்கப்படும் ஊடகத்திலிருந்து வெப்பம் பெறப்படுவதால் ஊடகத்தை வெப்ப மூலமாகக் (Heat Source)க் கொள்ளலாம். சாதனம் ஆவியாக்கியில் ஊடகத்திஞல் கவரப்படும் வெப்பத்தை அதிக வெப்பநிலையில் சுருக்கியில் வெளியாக்கப் பயன்படும் உந்தியாகப் பயன்படுகிறது. இவ்வாறு பெறப்படும் வெப்பம் தேவையான இடங்களில் வெப்பநிலையை அதிகமாக்கப் பயன்படும். எரிபொருள்களை எரிப்பதன்மூலம் இதைப் பெற முடியும் என்றாலும்,

சில இடங்களில் சிக்கனத்தை முன்னிட்டு இத்தகைய வெப்ப உந்திகளையும் பயன்படுத்த இயலும்.

மருத்துவத் துறையினரும் குளிரியற்றுறையினரும் ஒன்று பட்டுப் பல சோதனைகள் நிகழ்த்தி குளிர்சாதனங்கள் மருத்துவத்துறையில் பல்வேறு இடங்களில் பயன்படுத்தியுள்ளனர். மருத்துவ விடுதிகளில் நோயாளிகளின் வசதிக்காகக் காற்று சீராக்கப்படுவது ஏற்கெனவே கூறப்பட்டது. இது தவிர அறுவைச் சிகிச்சைகளின் போது கை, கால் போன்ற பாகங்களை மறைக்கச் செய்வதன்மூலம் அதிர்ச்சியைத் தவிர்க்கவும், குளிர் சாதனங்கள் பயன்படுகின்றன. குறிப்பிட்ட பாகங்களைக் குளிரவைப்பதன் மூலம் அவ்விடங்களில் வெப்பத்தைக் குறைத்து உயிர்வளி, குருதியிலுள்ள நிறமற்ற நீர்மம் (Plasma) முதலியவற்றைச் சேர்த்து வைத்து இயற்கையாக அதிர்ச்சி ஏற்படுவதைக் கட்டுப்படுத்த இயலும். உடம்பில் குறிப்பிட்ட பாகங்களைக் குளிர்விக்கப் பனியைப் பயன்படுத்த மருத்துவர்கள் ஆலோசனைகள் கூறுவதுண்டு.

விண்வெளியில் பயணம் செய்வதற்கு முன், பயணப் பொறிகள், கருவிகள், பயணம் செய்யும் மனிதர்கள் ஆகியவைகளின் தன்மை பற்றி ஆராய்ச்சி நடத்த அங்குள்ள நிலைமையை பூமியில் (on earth) ஏற்படுத்துவது அவசியமாகும். அவ்வாறு மீவளிமண்டலத்தின் (stratosphere) தன்மைகளைப் பூமியிலேயே ஏற்படுத்தி ஆராயப்பட வேண்டியவற்றை உள்ளே வைத்துச் சோதனை நிகழ்த்தப் பயன்படுவன 'மீவளி அறை' (Strato Chamber) எனப்படும். இவ்வறைகளில் வெப்ப நிலையை 20°C யிலிருந்து—60°C-க்கு 10 நிமிடத்திலும், அழுத்தத்தைக் கடல்மட்ட நிலையிலிருந்து 10,000 மீட்டருக்கும் அதிகமான உயரத்திலுள்ள நிலைக்கு 5 நிமிடத்திற்குள்ளும் கொண்டுவரத் தேவையான சாதனங்கள் தேவையாகும். இது தவிர, பனி, உறைபனி, மூடு பனி போன்றவற்றை ஏற்படுத்தவும் தேவைப்படலாம்.

காற்றை வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளில், வேகத்தை மாற்றிச் செலுத்தி அதன்மூலம் ஆகாயவிமானங்கள் போன்றவான ஊர்திகளின் அமைப்பைத் திட்டமிடப் பயன்படுபவை காற்றுச் சுருங்கை வழிகள் (wind tunnels). வெப்பநிலையை மாற்றக் குளிர்சாதனங்களும், காற்றின் அளவை மாற்றி அதன்மூலம் வேகத்தை மாற்றியமைக்கத் தேவையான விசிறிகளும் அமைக்கப்படும். விமானங்கள் கட்டும் தொழிற்சாலைகளிலும், வானவெளிப் பயணத்தைப் பற்றி ஆராயவும் ஆய்வுக்

கூடங்களிலும் இத்தகைய சாதனங்கள் பேருதவியாக இருக்கும்.

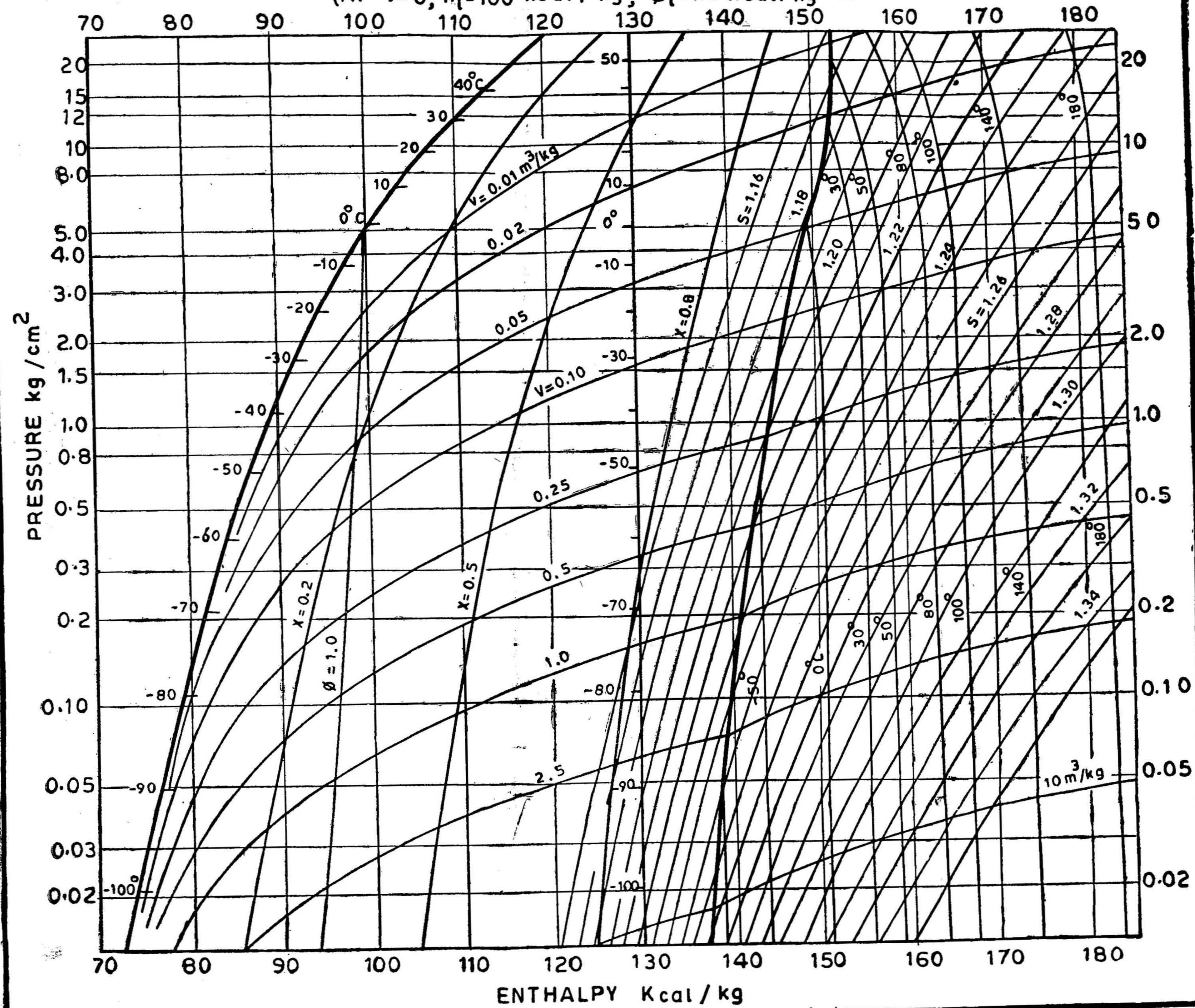
செயற்கை மழை, மூடுபனி போன்றவற்றை ஏற்படுத்தக் குளிரியற்றுறை பயன்படுகிறது. திடவடிவிலுள்ள கரியமில வாயு வில்லைகளை மேகங்களில் தூவுவதன் மூலம் அவற்றி லுள்ள நீர் பனித்துளிகளாகவோ அல்லது மழைத்துளிக ளாகவோ மாறத் தேவையான உட்கருவை (Nuclei) ஏற் படுத்திச் செயற்கை மழையை உண்டாக்க இயலும். அவ்வாறு ஏற்படும் மழைத்துளிகளில் மிகக் குறைந்த அளவே நிலத்தை வந்து அடையும். இம் முறையைப் பயன்படுத்தி இன்னும் சிக்கனமான வழியில் மழையைப் பெற முயற்சிகள் செய்யப் படுகின்றன.

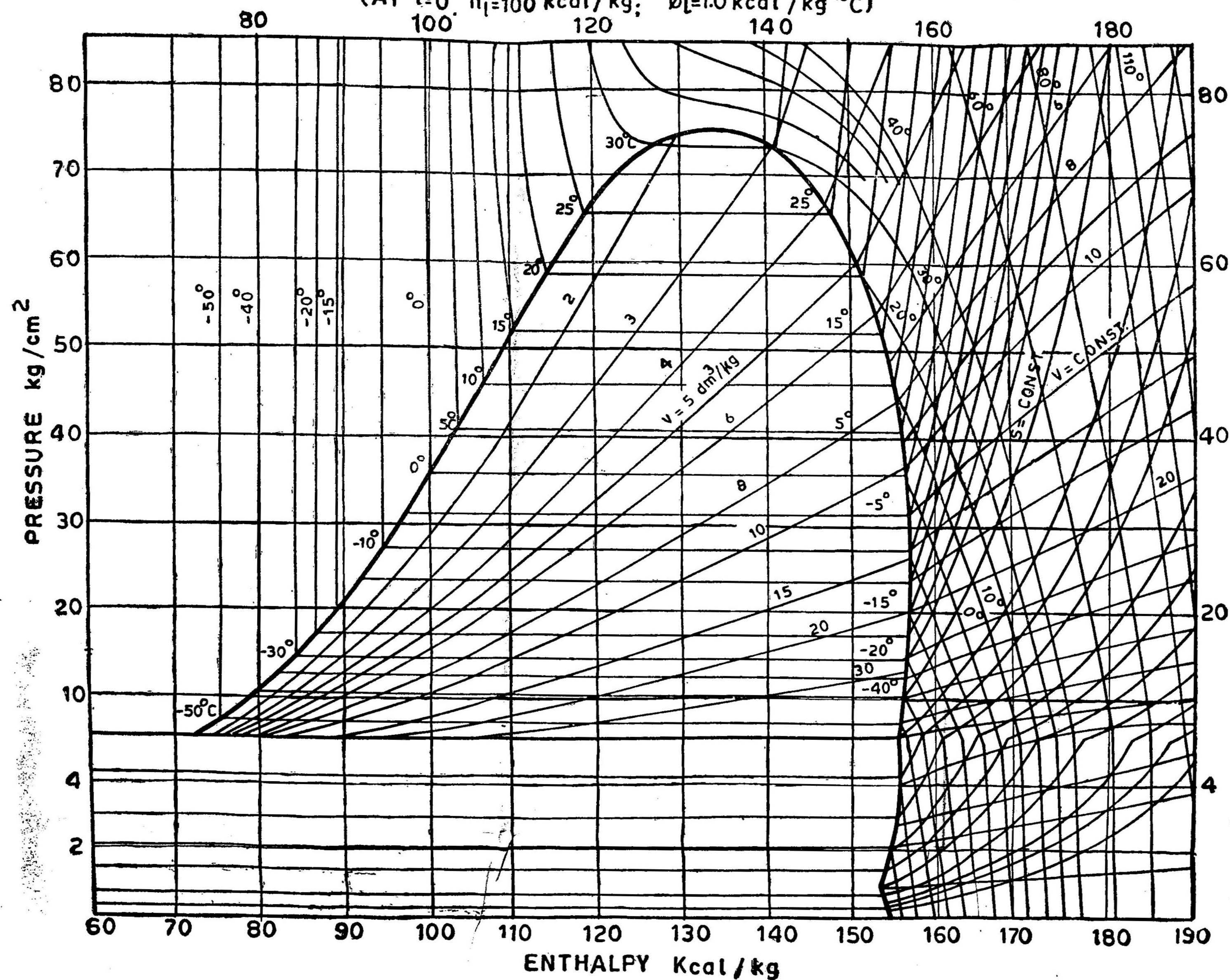
இரும்பு உற்பத்தி செய்யும் ஊதுஉலைகளை (Blast Furnaces) இயக்க அவற்றில் செலுத்தப்படும் காற்றிலுள்ள ஈரத்தைக் கட்டுப்படுத்துவதன் மூலம் உற்பத்தியைப் பெருக்கவும், எரி பொருள் செலவைக் குறைக்கவும் குளிர்சாதனப் பொறிகள் பயன்படலாமெனக் கருதப்படுகிறது. முதலில் இச் சாதனங் களை இயக்கும் செலவு அதிகமாக இருந்தாலும், நாளடைவில் இச் செலவைக் குறைக்கவும், லாபத்தை அதிகரிக்கவும் முயற் சிகள் மேற்கொள்ளப்பட்டு வருகின்றன. இது தவிர எஃகு உற்பத்தியில் குறிப்பாக, துருப்பிடிக்காத எஃகு (Stainless Steel) உற்பத்தியில் தேவையான குறைந்த வெப்பநிலைகளை 90°C ஏற்படுத்த நீர்ம வடிவிலுள்ள வாயுக்களையோ, உலர்ந்த பனி எனப்படும் கரியமிலவாயு வில்லைகளையோ பயன்படுத்தலாம் இன்னும் பலவகை எஃகு உலோகக் கலவைகள் போன்ற வற்றைத் தயாரிக்கவும், அவற்றைப் பயன்படுத்தவும் குறைந்த வெப்பநிலையை உபயோகிப்பதன் மூலம் உலோகக் கலவை களின் தன்மைகளைச் சீர்படுத்த இயலும்.

இன்னும் குருதிச் சேமிப்பு வங்கிகளில் குருதியைக் கெடா மல் சேர்த்துவைக்கக் குறைந்த வெப்பநிலையிலன்றி இயலாது. தொலை பேசிகள் தவறான எண்ணை இணைக்காமல் சீராக இயங்கத் தொலை பேசிச்சாதனங்கள் சரியானவெப்பநிலையிலும், ஈர நிலையிலும் இயங்குதல் அவசியமாகும். அணைகள் கட்டு வதில் கான்கிரீட் கலவையை முதலில் குளிர வைத்துக் கட்டுப் பட்ட வெப்பநிலையில் ஊற்றுவதன் மூலம் கட்டடத்தின் வலி மையை அதிகரிக்க இயலும். பக்ரா அணைக்கட்டில் மட்டும் 1500 டன் குளிர்ச்சி பயன்பட்டது. அபாயகரமான வெடி மருந்துகள் தயாரிப்பில் உள்ளுறை நிலையால் திடீரென்று

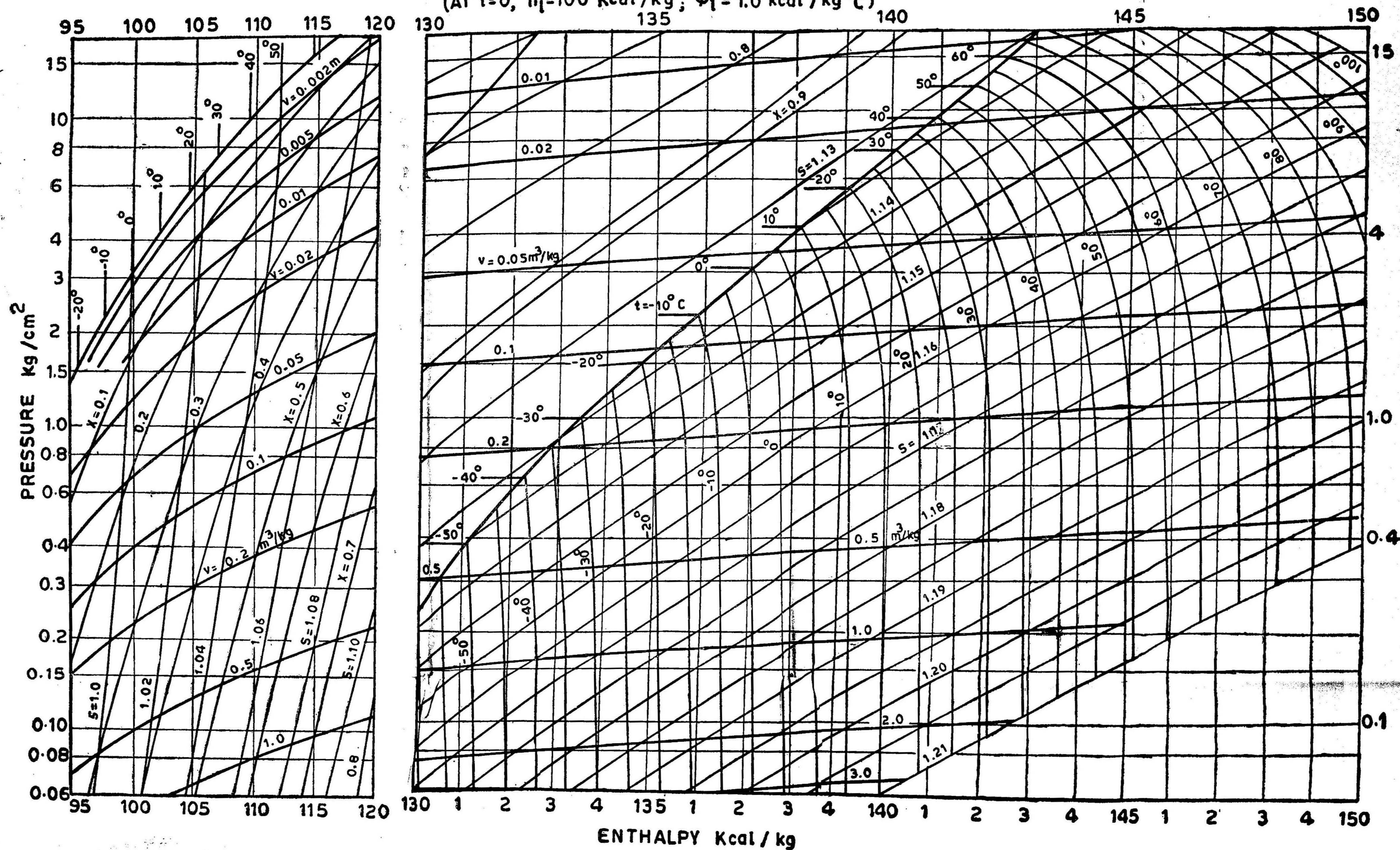
எரிவதால் ஏற்படும் அபாயத்தை காற்றுச் சீராக்கல் மூலம் அநேகமாகத் தவிர்க்க இயலும். அணுவும் கூடச் சீராக இயங்கத் தகுந்த வெப்பநிலை தேவையாகும் ஓர் அணு உலைக்களம் (Atomic Reactor) இயங்க 5000 குதிரைச் சக்திக்கும் அதிகமான குளிர்ச்சி தேவைப்படும். தற்காலக் குடிநீர் வடிகட்டும் சாதனங்களில் பயன்படும் குளோரின்—20°C வெப்ப நிலையில் தயாரிக்கப்படுகிறது பாராச் சூட்டுகள் நன்றாக இயங்க அவை தகுந்த வெப்பநிலை, ஈரநிலையில் வைக்கப்படுதல் அவசியம். பகை விமானங்களைக் கண்டு பிடிக்கத் தேவையான ராடார் போன்ற கருவிகள் குறிப்பிட்ட வெப்பநிலை, ஈரநிலையில் மட்டுமே சரியாக இயங்க இயலும்.

இதுவரை கூறப்பட்டவை குளிர்சாதனப் பொறிகளின் பயன்களிற் சிலவே. அவை பயன்படும் வெவ்வேறு துறைகளைப்பற்றி ஓரளவு தரப்பட்டது. இதிலிருந்தே குளிரியற் றுறையின் விரிவான பயன்களையும், அவற்றின் அவசியத்தையும் ஓரளவு அறிய முடியும். இவை தவிர இன்னும் பல வழிகளிலும் குளிர்சாதனப் பொறிகள் மனிதனுக்குப் பயன் பட்டு வருகின்றன.


PRESSURE-ENTHALPY CHART FOR FR-22
(AT t=0, h_l=100 kcal / kg ; ϕ_l=1.0 kcal/kg °C)
PRESSURE kg/cm²
ENTHALPY Kcal / kg
70
80
90
100
110
120
130
140
150
160
170
180
20
15
12
10
8.0
5.0
4.0
3.0
2.0
1.5
1.0
0.8
0.5
0.3
0.2
0.10
0.05
0.03
0.02
V= 0.01 m³/kg
0.02
0.05
V=0.10
0.25
0.5
1.0
2.5
10 m³/kg
X=0.2
X=0.5
X=0.8
Ø=1.0
S=1.16
1.18
1.20
1.22
1.24
S=1.26
1.28
1.30
1.32
1.34
40°C
0°C
-100°



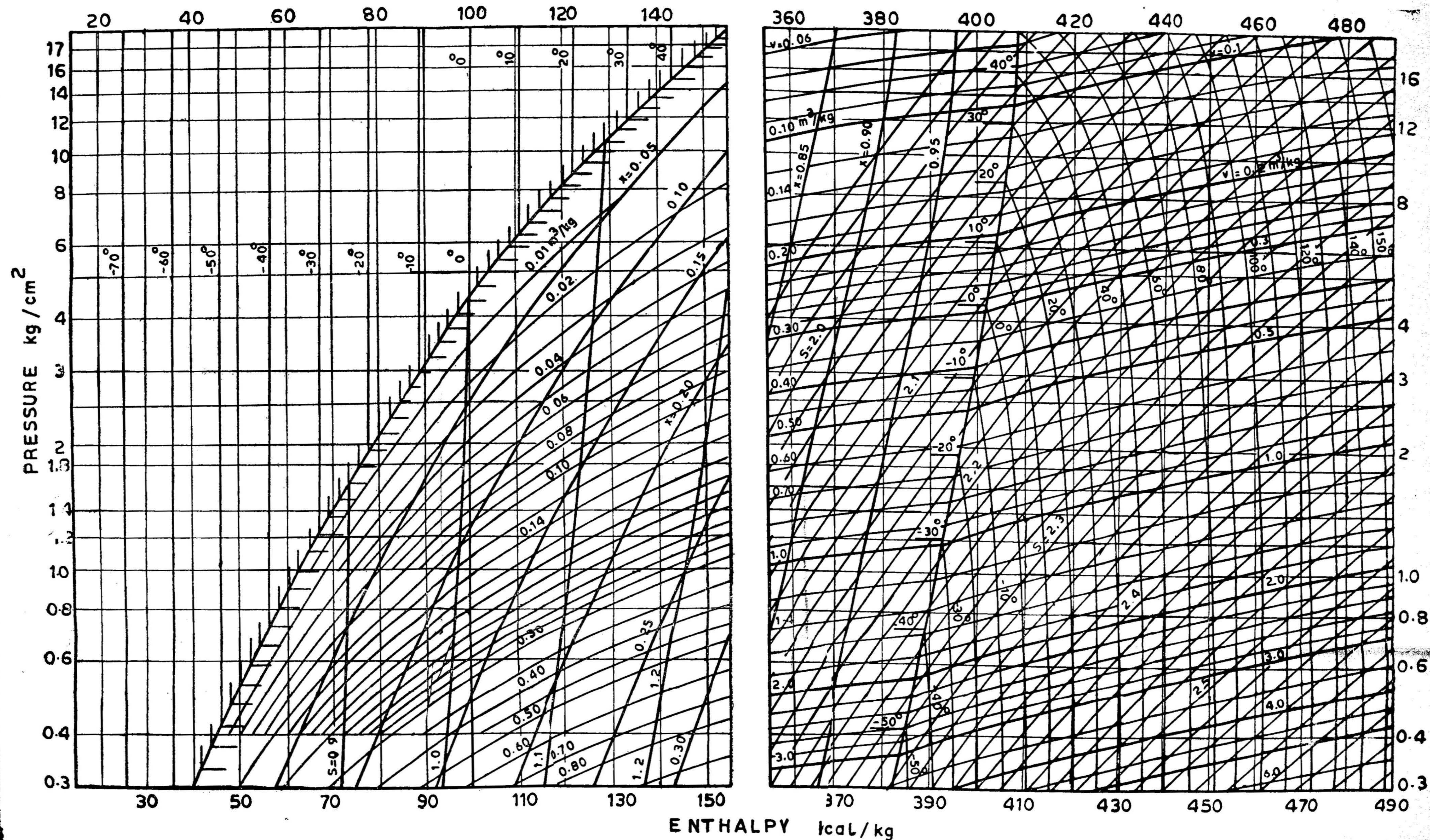
PRESSURE-ENTHALPY CHART FOR CO2
(AT t=0 h=100 kcal/kg; Ø=1.0 kcal/kg °C)
PRESSURE kg/cm2
ENTHALPY Kcal/kg
v = 5 dm3/kg
S = CONST.
V = CONST.

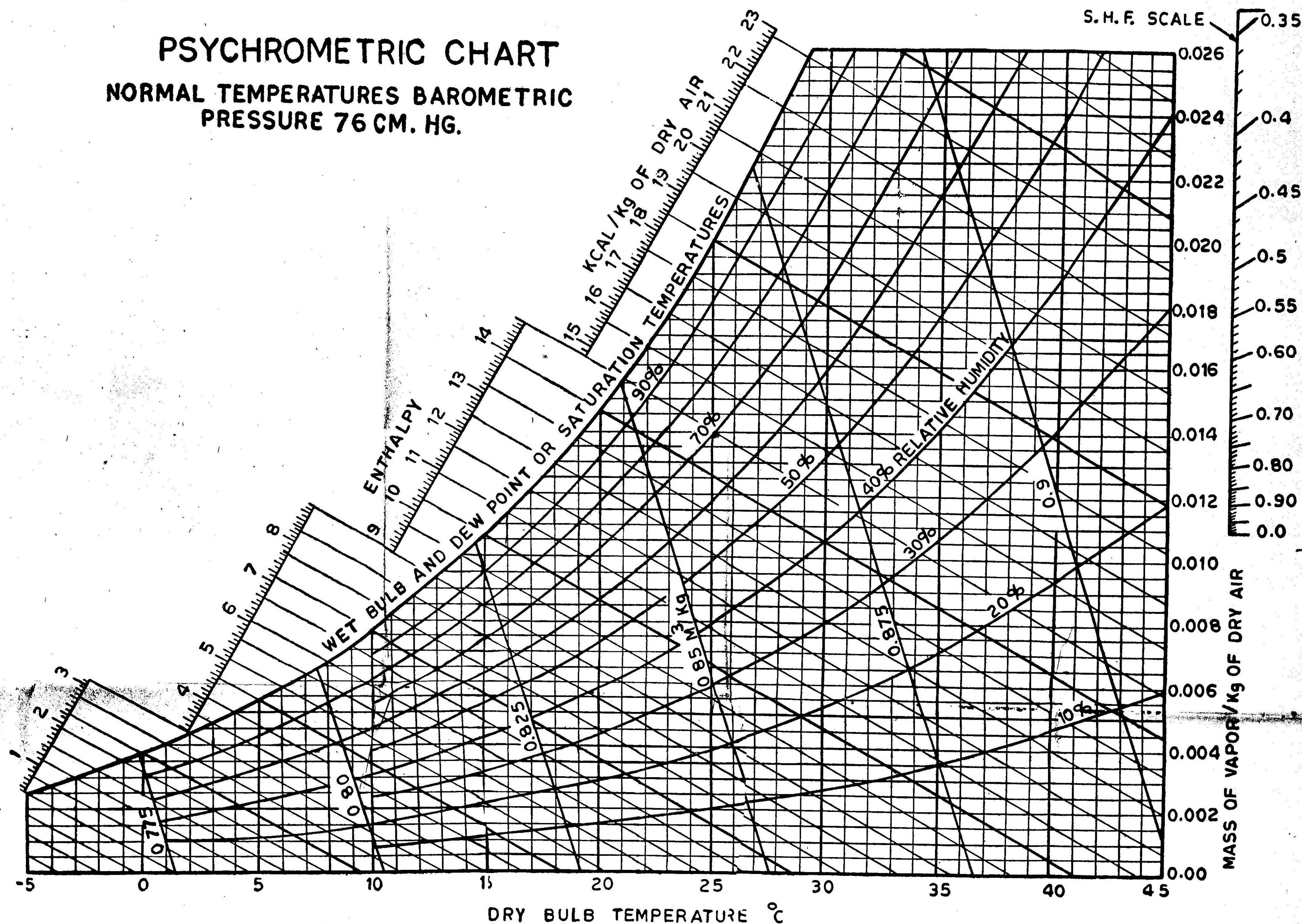


PRESSURE-ENTHALPY CHART FOR FR-12
(AT t=0, h_l=100 Kcal/Kg ; φ_l = 1.0 kcal/kg °C)
PRESSURE Kg/cm²
ENTHALPY Kcal/kg

PRESSURE - ENTHALPY CHART FOR AMMONIA

(AT t = 0, h_l = 100 kcal/kg; ϕ_l = 1.0 kcal/kg °C)




PSYCHROMETRIC CHART
NORMAL TEMPERATURES BAROMETRIC PRESSURE 76 CM. HG.
ENTHALPY KCAL/Kg OF DRY AIR
WET BULB AND DEW POINT OR SATURATION TEMPERATURES
RELATIVE HUMIDITY
90%
70%
50%
40%
30%
20%
10%
0.775
0.80
0.825
0.85 M³/Kg
0.875
0.9
S.H.F. SCALE
0.35
0.4
0.45
0.5
0.55
0.60
0.70
0.80
0.90
0.0
MASS OF VAPOR/Kg OF DRY AIR
0.026
0.024
0.022
0.020
0.018
0.016
0.014
0.012
0.010
0.008
0.006
0.004
0.002
0.00
DRY BULB TEMPERATURE °C
-5
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45

மேற்கோள் நூற்பட்டியல்

(Bibliography)

1. Refrigeration and Air-conditioning by W. F. Stoecker.
2. Refrigeration and Air-conditioning by Jordan and Priester.
3. Refrigeration and Air-conditioning by Raber and Hutchinson.
4. Refrigeration Engineering by Macintre and Hutchinson.
5. Refrigeration and Air-Conditioning Guide—Audel's
6. Low Temperature Refrigeration, Part I and Part II by S. Y. Gersh.
7. Effective Cycles by S. Y. Gersh.
8. Semiconductor Thermoelements and Thermoelectric Cooling—A. F. IOFFE.
9. Low Temperature Technique by A. M. Arharov and Others.
10. Refrigeration Technique Encyclopaedia Volume II-(Application of Refrigeration in Industry and Transport)—GASTORGIZDAT-1961 (Moscow).
11. Catalogue of Refrigerating Equipments (Moscow) 1960.
12. Vortex tube — Article by S. Arumugham in the Annual Magazine—Volume XXXVII—September 1968, College of Engin ering, Guindy.

கலைச்சொற்கள்

A

Absorption System	—	உறிஞ்சு சாதனம்
Absorber	—	உறிஞ்சிக்கலன்
Absorbent	—	உறிஞ்சி
Acceleration	—	முடுக்கம்
Activated	—	ஊக்கப்பட்ட
Accumulator	—	திரட்டுகலன்
Adiabatic	—	வெப்பமாற்றீடற்ற
Adjustment	—	சீரமைப்பு
Air-conditioner	—	காற்றுச் சீராக்கி
Air Motor	—	காற்றுப்பொறி
Air Refrigeration	—	காற்றுக் குளிரியல்
Air Washer	—	காற்றுக் கழுவி
Alternating current—A.C.	—	மாறுதிசை மின்னோட்டம்
Analyser	—	பகுப்பான்
Analysis	—	பகுப்பாய்வு
Anhydrous	—	ஈரமற்ற
Assumption	—	தற்புனைவு
Atmosphere	—	வளி
Atmospheric pressure	—	வளியழுத்தம்
Atomic Reactor	—	அணு உலைக்களம்
Automatic	—	தானியங்கும்
Automobile	—	பொறி ஊர்தி

B

Baffles	—	தடைகள்
Bar	—	சட்டம்

Bell Colemann — பெல் கோல்மன்
Bellows — துருத்தி
Belt — பட்டை
Bimetallic — இரு உலோக
Blowers — ஊது கருவிகள்
Blast Furnace — ஊது உலை
Boundary layer — எல்லைப்படலம்
Brackets — தாங்கிகள்
Brine — உப்பு நீர்
Bypass — மாற்று வழி

C

Capacity — ஆற்றலளவு
Capacitor — மின்தேக்கி
Capillary Tube — நுண்குழாய்
Centrifugal — மையவிலக்கு
Central plant — மத்தியச்சாதனம்
Chemicals — இயைபுப் பொருள்கள்
Chemical reaction — வேதிவினை
Circuit — சுற்று
Clearance — வெளியிடம்
Cold — நீர்க்கோப்பு, சளிப்பிடித்தல்
Cold storage — குளிர்க்கிடங்குகள்
Coefficient of thermal conductivity — வெப்பக்கடத்தி எண்
Coefficient of performance — செயற்கெழு
Compress — இறுக்கு
Compressor — இறுக்கி
Comfort cooling — வசதிக் குளிரியல்
Commereial refrigeration — வணிகக்குளிரியல்
Computer — கணக்கியந்திரம்; கணிப்பான்
Concentration — செறிவு, வீரியம்
Condense — சுருக்கு, படிதல்

Condenser — சுருக்கி
Condensing coefficient — படியும் எண்
Condensing unit — சுருக்குசாதனம்
Console — நிலைப்பெட்டி
Constant — மாறிலி
Constant volume Process–(Isometric process) — மாறப்பரும இயக்கம்
Constant temperature (Isothermal) process — மாற வெப்பநிலை இயக்கம்
Contact points — தொடுமுனைகள்
Control — கட்டுப்பாடு
Convection — வெப்பச்சுழல், சலனம்
Cooling coil — குளிர்வுச் சுருள்
Cooling medium — குளிர் ஊடகம்
Cooling tower — குளிர்விக்கும் கோபுரம்
Copper — தாமிரம்
Core — உள்ளகம்
Corrosive — அரிக்கும் தன்மையுள்ள
Corrugated — வளைவுற்ற
Critical point — மாறுநிலை
Cycle — சுழல்

D

Damper — தடைக்கருவி
Definitions — வரையறைகள்
Desuper heating — மீச்சூடு நீக்கல்
Density — செறிவு
Delivery — நீங்குநிலை
Dehydration — நீரநீக்கம்
Deep freezer — விரைவு உறைப்பான்
Design — வடிவமைப்பு
Dielictric strength — கடத்தாத் திறன்
Differential — வேறுபாடு

Diffuser	—	விரவல் கலன்
Direct expansion	—	நேர் விரிவு
Displacement energy	—	பெயர்ச்சி ஆற்றல்
Discharge	—	நீங்குநிலை
Display cabinet	—	காட்சிப் பெட்டி
Double acting	—	இருவழிச் செயற்படுதல்
Drier	—	உலர்த்தி
Drinking water cooler	—	குடிநீர்க் குளிர்சாதனம்
Dry bulb	—	உலர்குமிழ்
Duct	—	நாளம்
Dust	—	தூசி

E

Efficiency	—	திறன்
Effective temperature	—	பயனுடைய வெப்பநிலை
Electrolux	—	எலக்ட்ரோலக்சு
Electric motor	—	மின்பொறி
Electrical degrees	—	மின்பாகை
Electrostatic	—	நிலைமின்
Ejector	—	வெளித்தள்ளும் சாதனம்
Enthalpy	—	மொத்த வெப்பம்
Entropy	—	என்ட்ராபி
Equation of state	—	நிலைச்சமன்பாடு
Equilibrium	—	சமநிலை
Eutectic	—	யுடெக்டிக்
Evaporator	—	ஆவியாக்கி
Evaporative Condenser	—	ஆவியாக்கும் சுருக்கி
Exit	—	வெளிவாயில்
Expand	—	விரிவாக்கு
Expansion valve	—	விரிவு வால்வு
Expansion device	—	விரிவாக்கச் சாதனம்
Expansion joint	—	விரிவு இணைப்பு
Expression	—	கோவை
External work	—	புறச்சக்தி, வெளிவேலை

F

Feeler bulb — உணர்குமிழ்
Fermentation — புளித்துப் பொங்குதல்
Film — படலம்
Filter — வடிகட்டி
Flash gas — தெறிப்பு வாயு
Float — மிதவை
Flow work — பாயும் வேலை
Flow process — பாயும் இயக்கம்
Fluid — பாய்மம்
Fog — மூடுபனி
Forced draught — விசைக் காற்றோட்டம்
Freezing compartment — உறைநிலை அறை
Frosting — பனி உறைதல்
Frost layer — உறை பனிப்படலம்

G

Gauge pressure — அளவியழுத்தம்
Generator — ஆக்கி
Germs — கிருமிகள்
Grille — அளி

H

H — மொத்த வெப்பம்
Heater — சூடேற்றி
Heat load — வெப்பப்பளு
Heat exchanger — வெப்பமாற்றி
Heat of reaction — வினை வெப்பம்
Heat pump — வெப்ப உந்தி
Heat source — வெப்ப மூலம்
Homogeneous — ஒருபடித்தான

Horizontal	—	கிடையான
Horse power–HP	—	குதிரை சக்தி
Humidity	—	ஈரநிலை
Humidity ratio	—	ஈரவிகிதம்
Humidistat	—	ஈரநிலை காப்புக் கருவி
Hydrogen	—	நீரகம்
Hygrometer	—	பனிநிலை காட்டும் கருவி
Hygroscopic	—	நைப்பு

I

Ice	—	பனிக்கட்டி
Ideal	—	இலட்சிய
Idle pully	—	வெறும் கப்பி
Impeller	—	உந்தி
Incubator	—	வளர்நிலைக்காப்புச் சாதனம்
Iuduced draft	—	தூண்டு காற்றோட்டம்
Inductance	—	மின் நிலைமம்
Induction motor	—	தூண்டு மின்பொறி
Inertness	—	மந்தநிலை
Inflammability	—	எளிதில் தீப்பற்றும் தன்மை
Insulation	—	காப்பு
Insulated	—	காப்பிடப்பட்ட
Intense	—	செறிவார்ந்த
Internal energy (E,U)	—	அக ஆற்றல்
Inversely proportional	—	எதிர்விகிதமாக
Inversion point	—	தன்மாற்றநிலை
Ionization	—	அயனியாக்கம்
Isentropic	—	சம என்ட்ராபியுள்ள

J

J	—	வெப்பத்தின் பொறிமுறைச் சமம்
Joule Thomson coefficient	—	ஜூல்தாம்சன் எண்

K

Kilo calarie — கிலோ காலரி (1000 காலரி)
Kilo watt — கிலோ வாட்
Kinetic energy — இயக்க ஆற்றல்

L

Latent heat — உள்ளுறை வெப்பம்
Leak — கசிவு
Lobe — இதழ்
Lubricating oil — உயவிடு எண்ணெய்

M

Magnetic field — காந்தப்புலன்
Maintenance — பேணுதல்
Mathematical function — கணிதச் சார்பு
Maximum — அதிகபட்ச
Mechanical refrigeration — பொறிமுறைக் குளிரவைத்தல்
Mechanical work — பொறிமுறை வேலை
Medium — ஊடகம், இடைநிலை
Mer-ury — பாதரசம்
Minimum — குறைந்தபட்ச
Miscibility — கலக்கும் தன்மை
Mist — மூடுபனி
Molecules — மூலக்கூறுகள்
Motion — அசைவு

N

Net work — தேறிய வேலை
Nitrogen — உப்பு வளி
Non-Flow Process — பாயாத இயக்கம்
Nuclei — உட்கரு

O

Organic matter — கரியகச் சேர்க்கைப் பொருள்
Orifice — துவாரம்
Overload Protector — அதிகச் சுமை காப்பு
Oversize — மிஞ்சிய அளவு
Oxygen — உயிர்வளி
Ozone — மூளைப்புயிரக நீர்

P

Parallel — இணை
Pasturization — காய்ச்சித் தூய்மை செய்தல்
Peak — உச்சம்
Perfect gas — முழுநிறை வாயு
Perishable — அழுகும் தன்மையுள்ள
Performance Characteristics — செயல் இயல்புகள்
Phase — கட்டம்
Phase lag — கலைக்குறைபாடு
Physical properties — பௌதிகத் தன்மைகள்
Pleasure Car — மகிழ் ஊர்தி
Pliable — வளையத்தக்க
Polytropic — பாலிட்ராபிக்
Positive displacement — நேர்முகப் பெயர்ச்சி
Potential energy — உள்ளார்ந்த ஆற்றல்
Pressure — அழுத்தம்
Pressue reducing valve — அழுத்தக்குறைவு வால்வு
Processing — பதனிடும்
Protective — பாதுகாப்பான

R

Radiation — கதிர்வீச்சு
Rare gas — அருமை வாயு
Reaction — எதிர்வினை

Reiprocating — முன்பின் இயங்கும்
Rectifier — திருத்தி
Recirculated air — திரும்பச் சுழலும் காற்று
Refrigeration — குளிரியல், குளிரூட்டி
Refrigerant — குளிரூட்டி
Refrigerator — குளிர் சாதனம்
Refrigerating effect — குளிர் விளைவு
Refrigerating Machines — குளிர்சாதப் பொறிகள்
Relay — மாற்று கருவி
Relative Humidity — RH–சார்ந்த ஈரநிலை
Related properties — சார்புத் தன்மைகள்
Reversible — மறிநிலை
Rotary machines — சுழற்பொறிகள்

S

Saturation — தெவிட்டிய
Scale — செதிள்
Sealed — பொறிப்பிட்ட
Sensible — உணரத்தக்க
Sensible heat — உணர்வெப்பம்
Series — தொடர்நிலை
Shaft work — தண்டுவேலை
Shell — கூடு
Show-room — காட்சியறை
Sight glass — பார்வைக் கண்ணாடி
Sill — படிக்கள்
Simple — பொது
Soda fountain — சோடா ஊற்று
Solinoid — வரிச்சுருள்
Solubility — கரையும் தன்மை
Solute — கரை பொருள்
Solvent — கரைப்பான்
Source — தோற்றுவாய்

Specific heat — வெப்ப எண்
Specific Volume — நிறையலகு பருமம்
Split phase — பிளவு கட்டம்
Spray — திவலை
Spring — சுருள்வில்
Squirrel Cage Rotor — அணிற் கூட்டுச் சுழலி
Stability — நிலைப்பாடு
Starting relay — தொடங்கு மாற்று
Static properties — நிலைத்தன்மைகள்
Stator — நிலைப்பகுதி
Steam Jet — நீராவி பீற்று
Strainer — வடிகட்டி
Stratosphere — மீவளி மண்டலம்
Stroke — வீச்சு
Sub Cooling — மிகைக் குளிர்வித்தல்
Suction — உள்ளீர்ப்பு
Superheating — மீச் சூடூட்டல்
Supply — தரவு
Surge drum — எழுச்சிக்கலன்
Synthetic — செயற்கை

T

Terminal — முனை
Telephone exchange — தொலைபேசித் தொடர்பகம்
Thermal Conductivity — வெப்பக்கடத்து திறன்
Thermodynamics — வெப்ப இயக்கவியல்
Thermodynamic Processes — வெப்ப இயக்கங்கள்
Thermobattery — வெப்ப அடுக்கு
Thermo electric — வெப்ப மின்
Thermostat — வெப்ப நிலைக்காப்பு
Theoretical — ஊகக் கோட்பாட்டு
Toxicity — நஞ்சியல்பு
Torque — திருப்பு திறன்

Transformer — மின்மாற்றி
Trap — கண்ணி
Turbulent — கொந்தளிப்பு

U

U — ஆக ஆற்றல்
Unit Cooler — அலகுக் குளிர்ப்பான்

V

Vane — இறகு
Vapour absorption — ஆவி உறிஞ்சல்
,, Compression — ஆவி யிறுக்கம்
,, Refrigeration — ஆவிக்குளிரியல்
Vacuum pump — வெற்றிடப் பம்பு
Viscosity — பாகியல்
Volume — பருமம்
Volumetric efficiency — பரும திறன்

W

Wet bulb — ஈரக்குமிழ்
Window — சாளரம்
Winding — சுற்று
Wind Tunnel — காற்றுச் சுருங்கை வழி.

தமிழ்நாட்டுப் பாட நூல் நிறுவனம்

சென்னை



பின்வரும் பொருள்களில்
பட்டப்படிப்பிற்குரிய நூல்கள்
விரைவில் வெளிவரும்

——

கணிதம்	—	41	நூல்கள்
இயற்பியல்	—	28	,,
வேதியியல்	—	39	,,
தாவரவியல்	—	30	,,
விலங்கியல்	—	40	,,
பொறியியல்	—	50	,,
வரலாறு	—	45	,,
அரசியல்	—	34	,,
பொருளாதாரம்	—	83	,,
வணிகவியல்	—	36	,,
புள்ளியியல்	—	16	,,
உளவியல்	—	8	,,
புவியியல்	—	18	,,